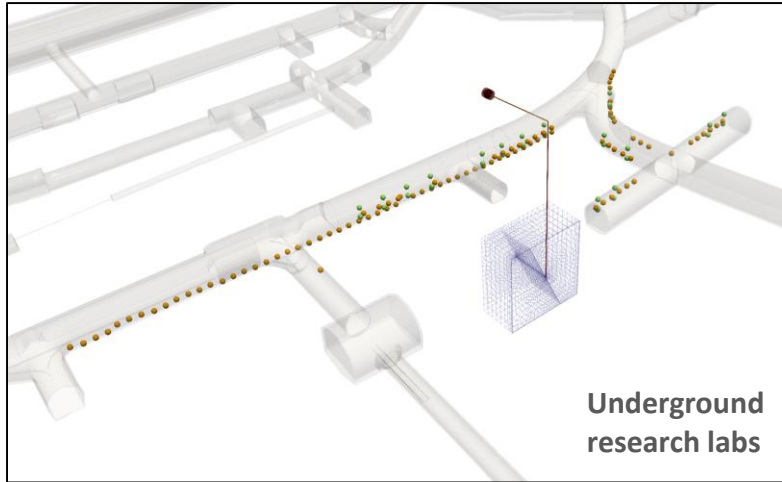


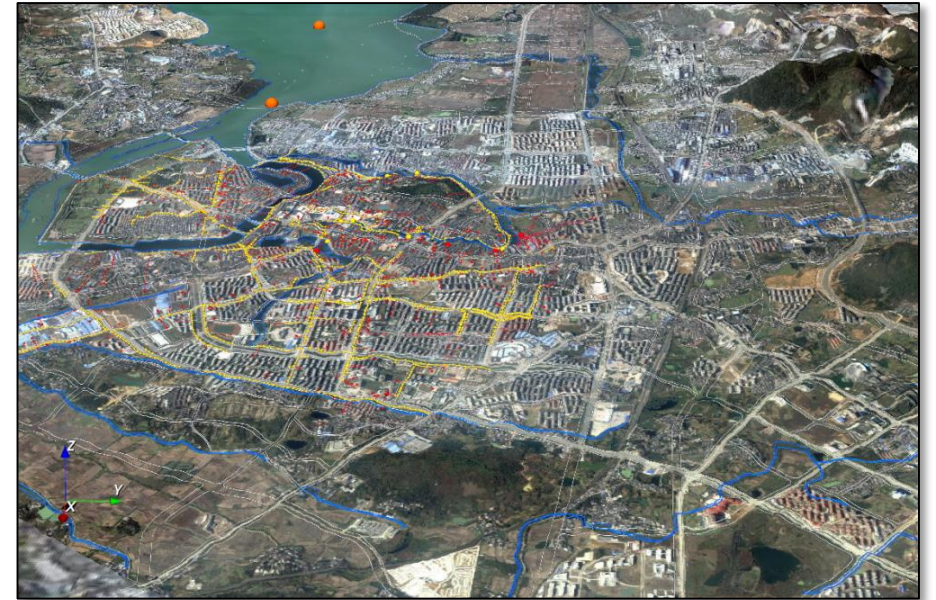
# Datenintegration und Visualisierung

Karsten Rink

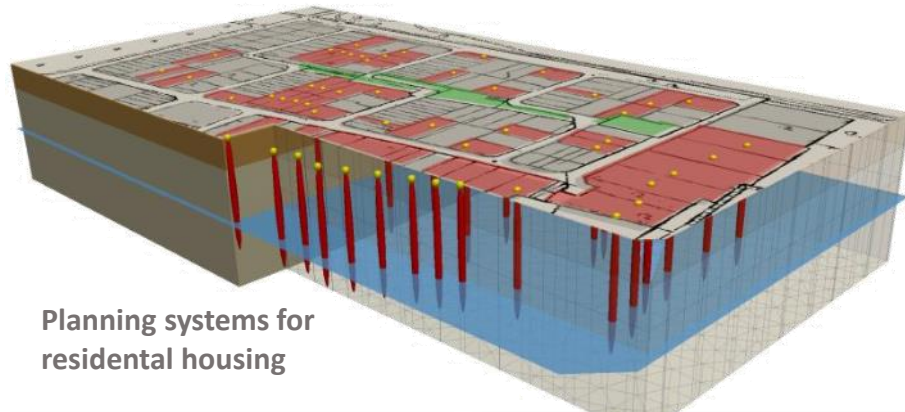
Department Umweltinformatik, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung



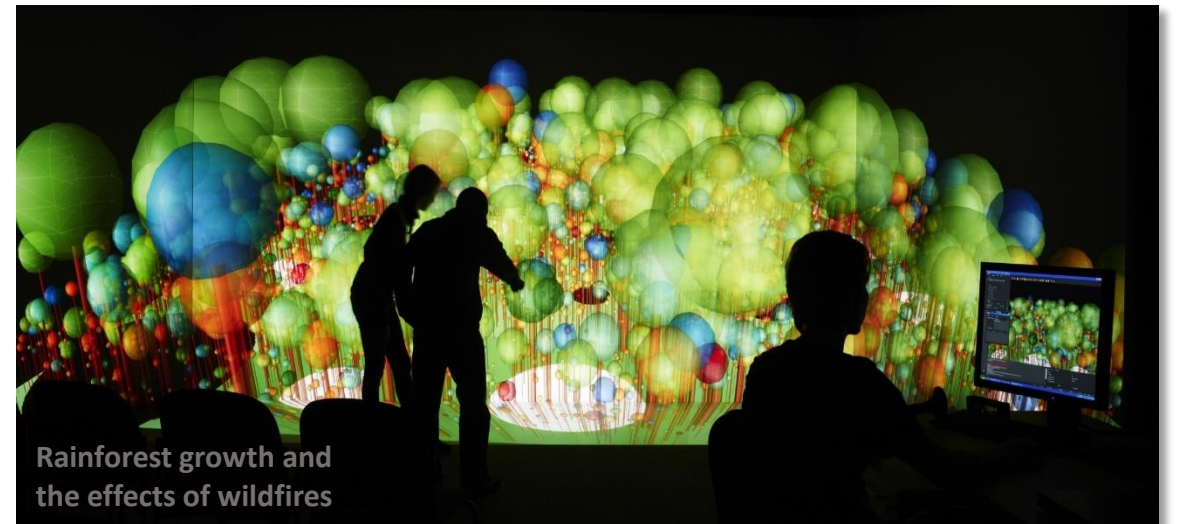
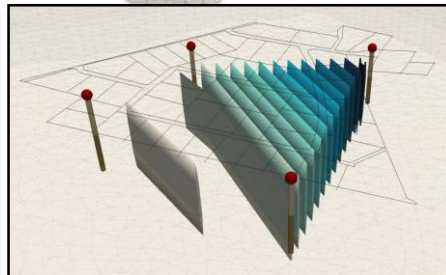
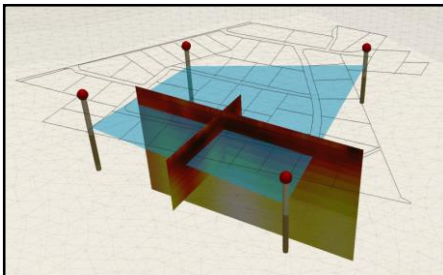
# Visualisierung in den Umwelt- wissenschaften



Urban water management



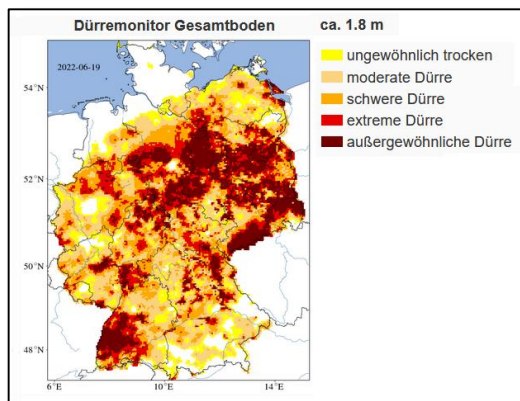
Planning systems for residential housing



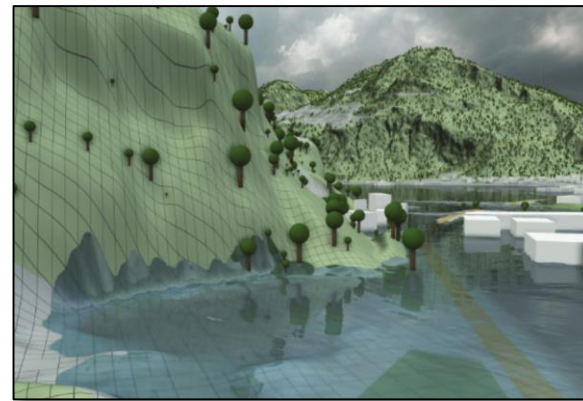
Rainforest growth and the effects of wildfires

# Ziele wissenschaftlicher Visualisierung

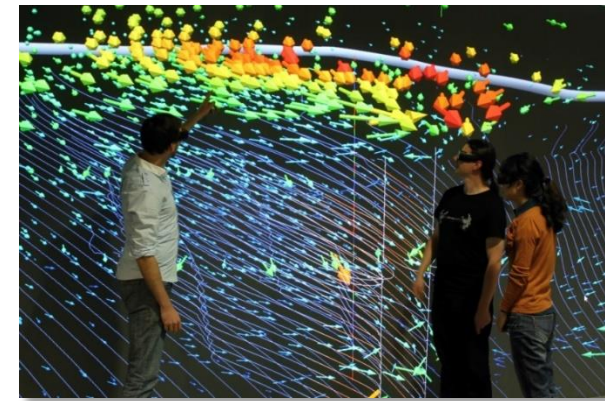
- Besseres Verständnis der eigenen Daten
- Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern
  - Darstellung von Daten aus verschiedenen Quellen oder Fachrichtungen
- Wissenskommunikation
  - Für die Öffentlichkeit (z.B. Wetterbericht, Flut-/Dürreprognosen)
  - Für Entscheidungsträger (z.B. IPCC Bericht, Ausbau erneuerbare Energien)



[www.ufz.de](http://www.ufz.de)



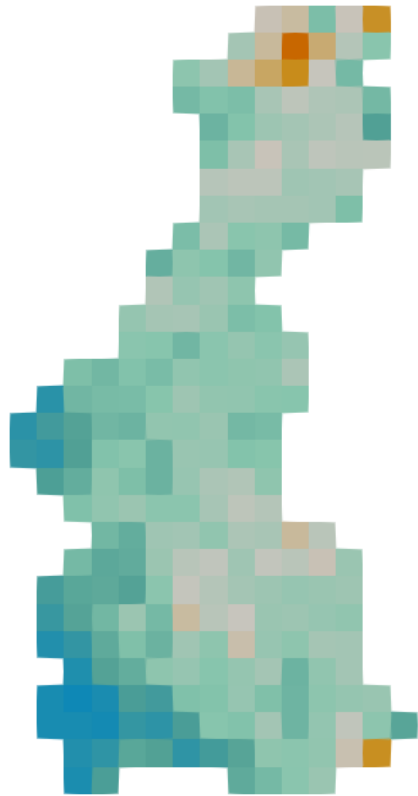
Cornel et al, 2019



# Datenintegration

- Grundlage für Modellierung, Visualisierung und holistische Evaluation der Daten
- Verschneiden von Datensätzen als Grundlage für die gleichzeitige Verwendung mehrerer Datensätze
- Jeder Datensatz enthält Informationen
- Zusätzlicher Informationsgewinn durch kombinierte Darstellung, z.B. für
  1. Kontext
  2. Verifikation von Datensätzen
  3. Korrelation von Datensätzen
  4. Modellerstellung für numerische Simulationen

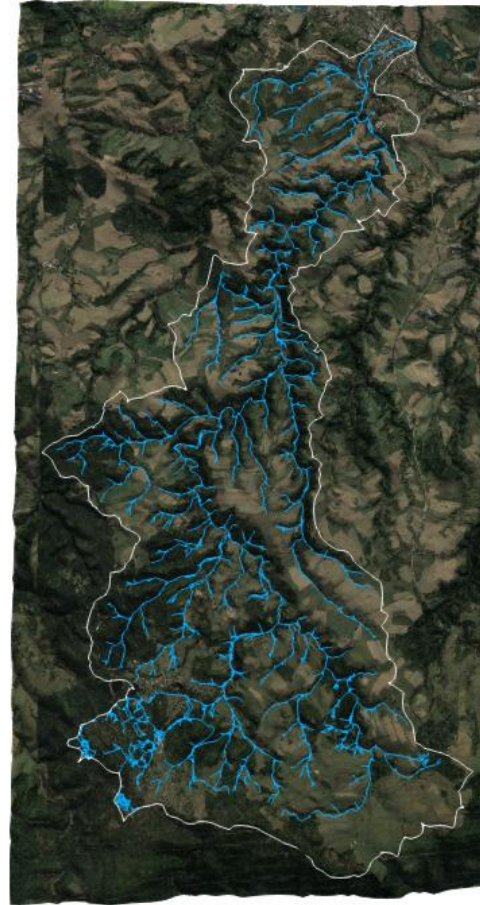
# Datenintegration: Kontext



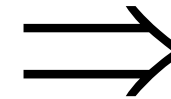
Simulation Bodenfeuchte

24.06.2022

+



Luftbild, Einzugsgebiet, Fließgewässer



Kombinierte Darstellung

# Datenintegration: Verifikation

Name	X	Y	Z	SoilID	HGUID	HorizonID
Usaylah 1	693909,28	2472779,84	418	1	1	1
Usaylah 1	693909,28	2472779,84	-1402	1	1	0
WA 1697	771145,89	2270814,913	396	5	5	5
WA 1697	771145,89	2270814,913	95	4	4	4
WA 1697	771145,89	2270814,913	5	3	3	3
WA 627	889313,167	2864830,771	152	6	6	6
WA 627	889313,167	2864830,771	-42	5	5	5
WUTAYD-WW1	1116534,455	2658601,377	48	7	7	7
WUTAYD-WW1	1116534,455	2658601,377	-90	5	5	5
WUTAYD-WW1	1116534,455	2658601,377	-228	4	4	4
WUTAYD-WW1	1116534,455	2658601,377	-452	4	4	3
WUTAYD-WW2	1116161,747	2658081,016	50	7	7	7
WUTAYD-WW2	1116161,747	2658081,016	-87	5	5	5
WUTAYD-WW2	1116161,747	2658081,016	-226	4	4	4
WUTAYD-WW2	1116161,747	2658081,016	-450	4	4	3
WW1-A	828752,544	2136791,258	129	5	5	5
WW1-A	828752,544	2136791,258	114	4	4	4
WW1-A	828752,544	2136791,258	-116	3	3	3
Zaynan	1024411,537	2293766,3	-975	5	5	5
Zaynan	1024411,537	2293766,3	-2743	1	1	1
Zaynan	1024411,537	2293766,3	-4290	1	1	0
4-NE-69	645048,031	3119472,279	337,04	7	7	7
4-NE-69	645048,031	3119472,279	215	6	6	6
4-NE-69	645048,031	3119472,279	125,04	5	5	5
4-NE-69	645048,031	3119472,279	17,04	4	4	4
4-NE-69	645048,031	3119472,279	-221	4	4	3

+

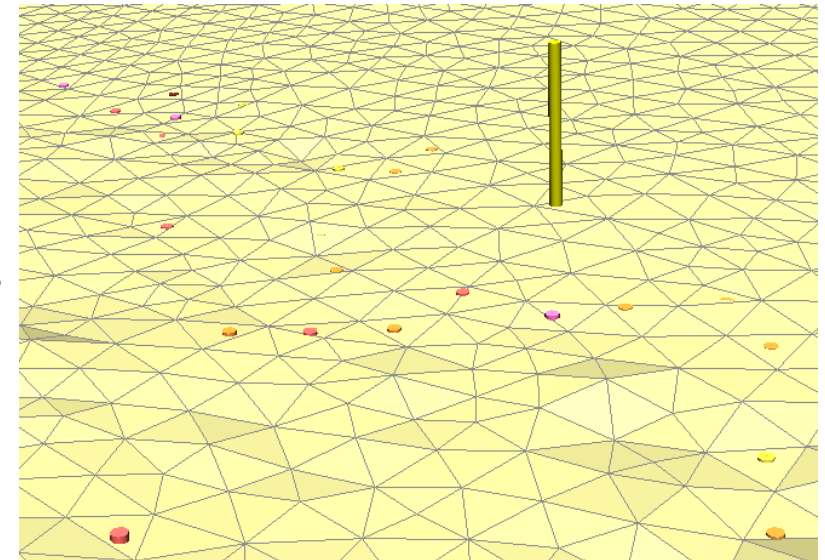
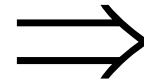
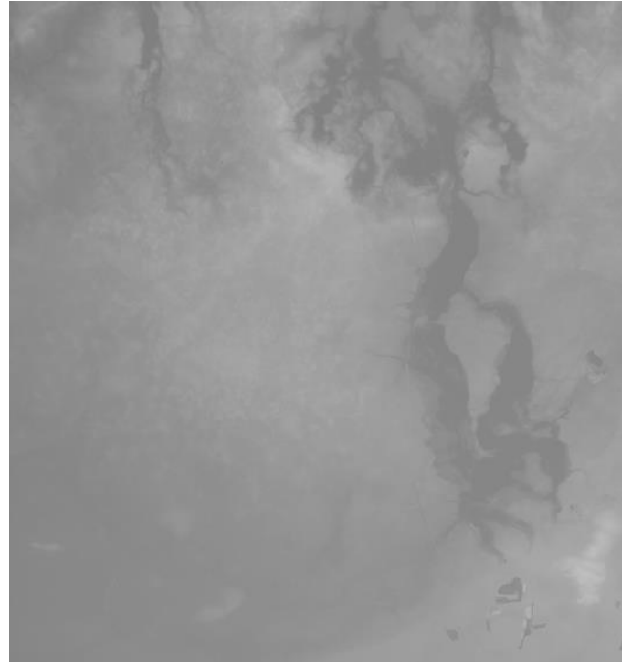
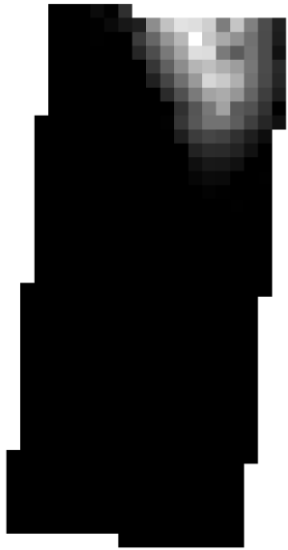


Tabelle mit Bohrlöchern

Digitales Geländemodell

Kombinierte Darstellung

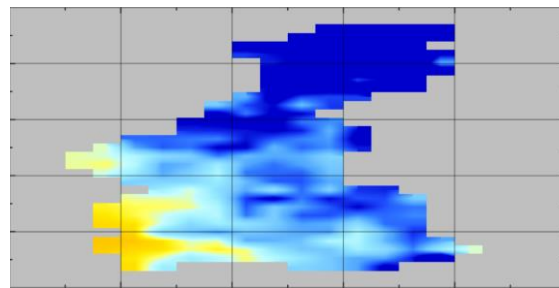
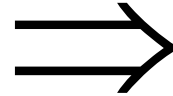
# Datenintegration: Korrelation



Niederschlags-  
daten (DWD)

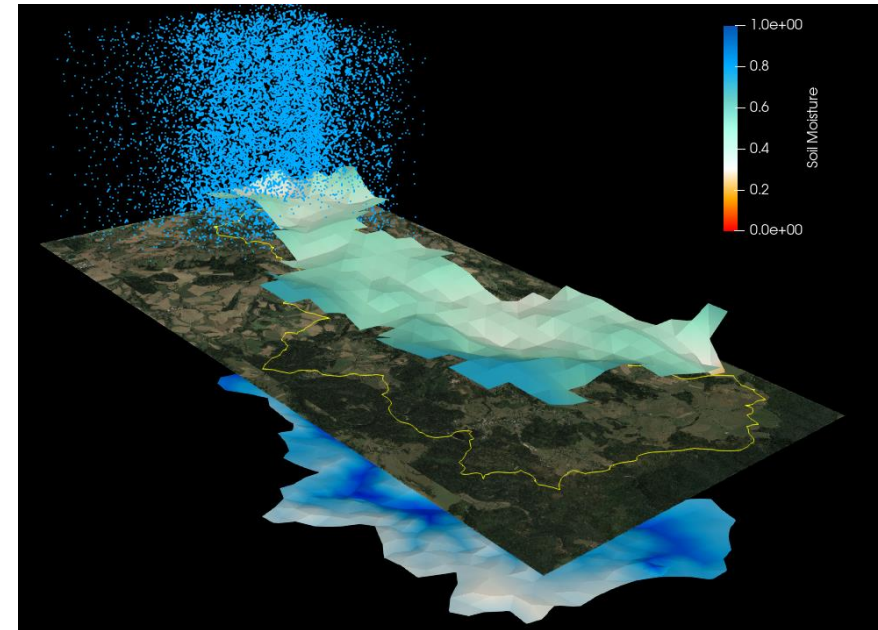


Grundwasser  
Simulation (UFZ)



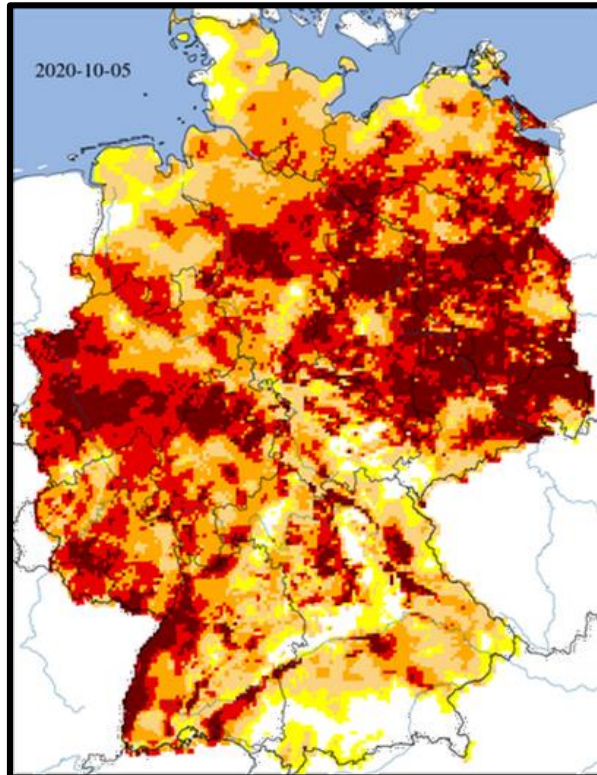
Bodenfeuchte  
Simulation (UFZ)

Datenintegration & Visualisierung



Kombinierte Darstellung

# Datenintegration: Modellerstellung



Welche Daten gehen in eine solche Simulation ein?

- Wieviel hat es geregnet?  
⇒ **Niederschlagsdaten von Messstellen oder Regenradar**
- Wieviel Wasser ist im Boden versickert?
  - Abfluss ⇒ **Geländemodell und Abflussdaten**
  - Oberfläche ⇒ **Geländemodelle, Landnutzung**
  - Bodenparameter ⇒ **Bodenkarten**
- Wie lange verbleibt das Wasser im Boden?
  - Verdunstung ⇒ **Wetterdaten (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, etc.)**
  - Grundwasser ⇒ **Stratigraphische Schichten und Materialparameter**

⇒ Vereint vorherige Aspekte: Daten müssen zusammenpassen, keine Fehler enthalten und korrelieren!



# Klassifikation von Inputdaten

- Vektordaten
- Rasterdaten
- Tabellen (insb. Zeitreihen)
- Gitter
- Dokumente
- Multimedia Inhalte
- ...

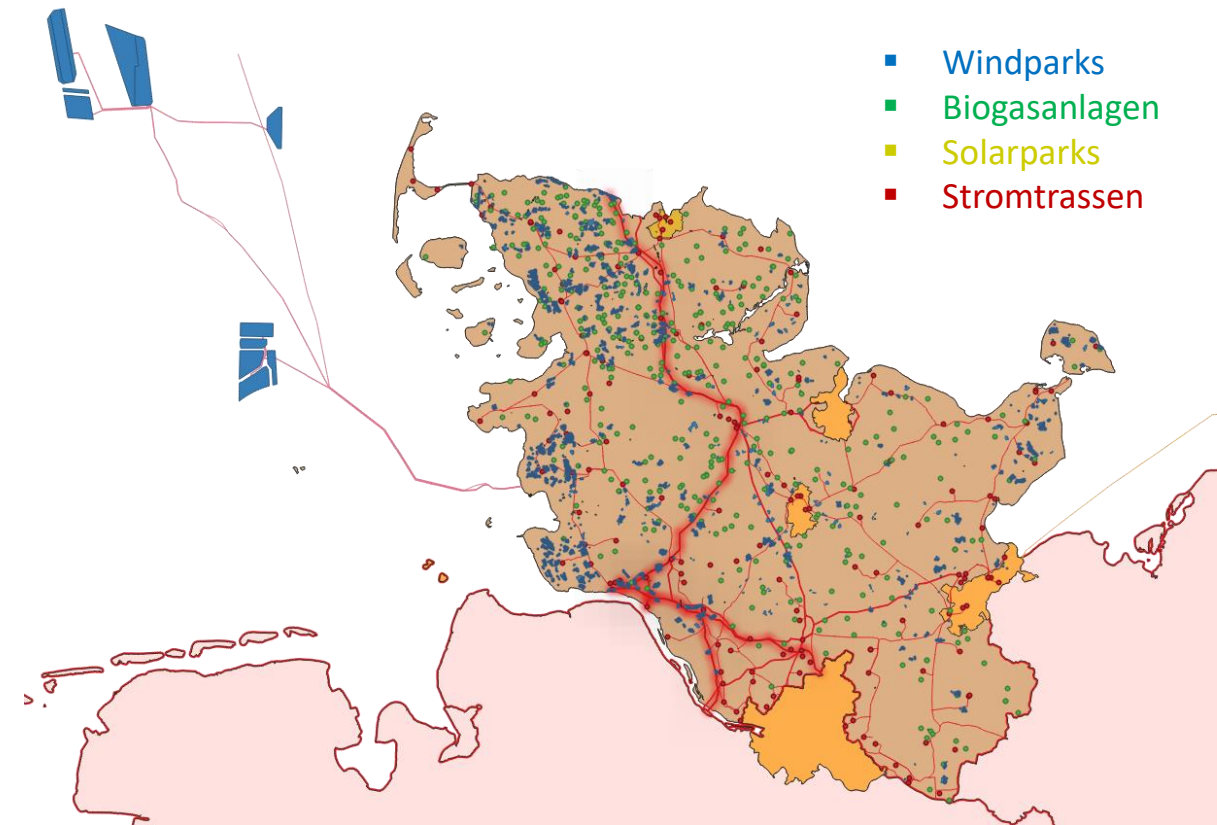
# Vektordaten

- Punkte
  - z.B. Messstationen
- Polylinien
  - z.B. Flüsse, Kanalnetze
- Polygone
  - z.B. Einzugsgebiete, Landesgrenzen

⇒ Meist in 2D gegeben (x,y Koordinaten)

⇒ Linien und Polygone werden durch Sequenz von Punkten definiert

⇒ (Nahezu) beliebig genaue Auflösung



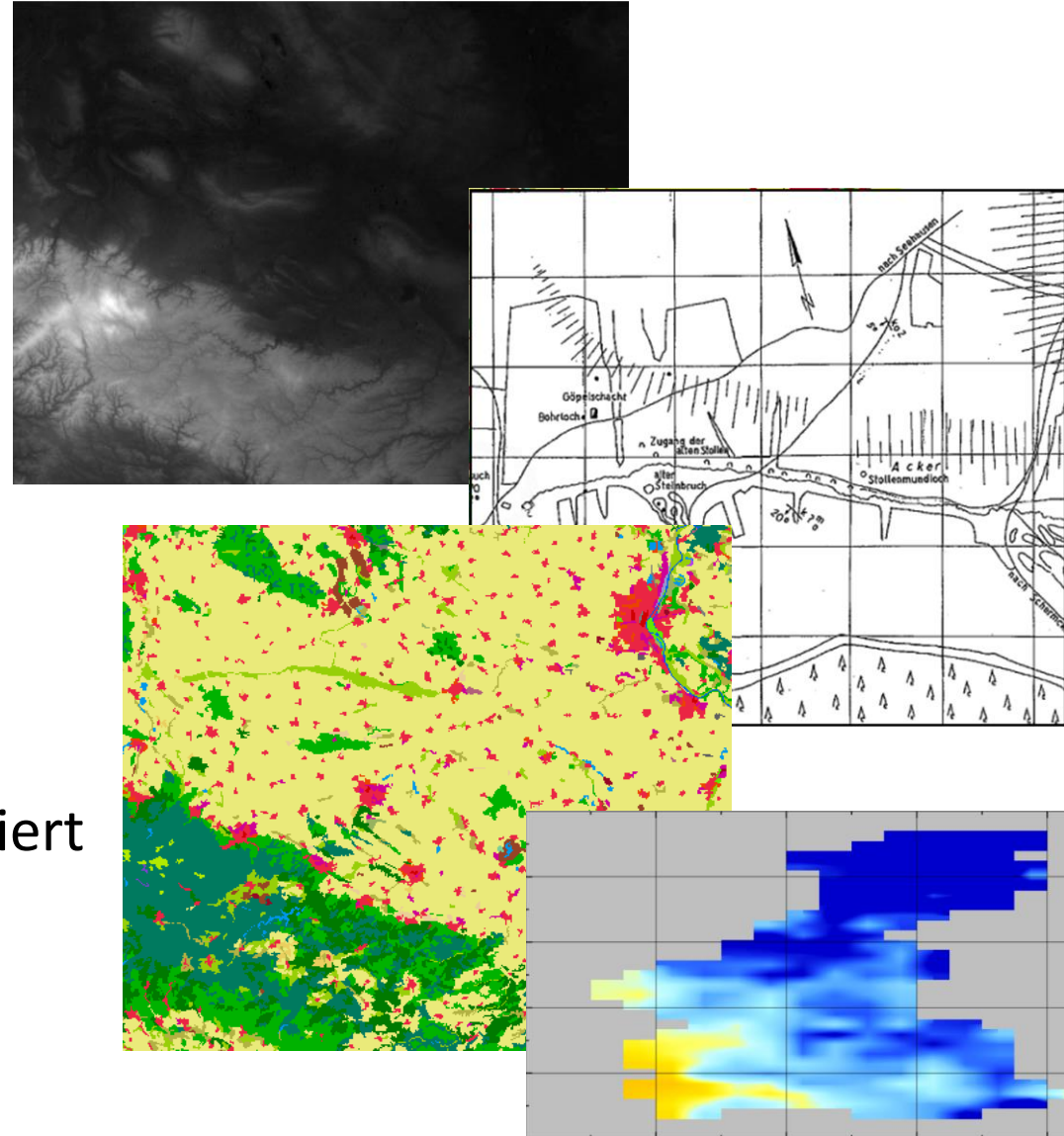
# Rasterdaten

- Fernerkundungsdaten
  - z.B. Digitale Geländemodelle
- Karten
  - z.B. Bodenkarten, Landnutzung
- Simulationsergebnisse
  - z.B. Bodenfeuchte

⇒ Meist in 2D gegeben

⇒ Auflösung durch Pixelgrösse definiert

⇒ Farben durch Index oder Transferfunktionen gegeben

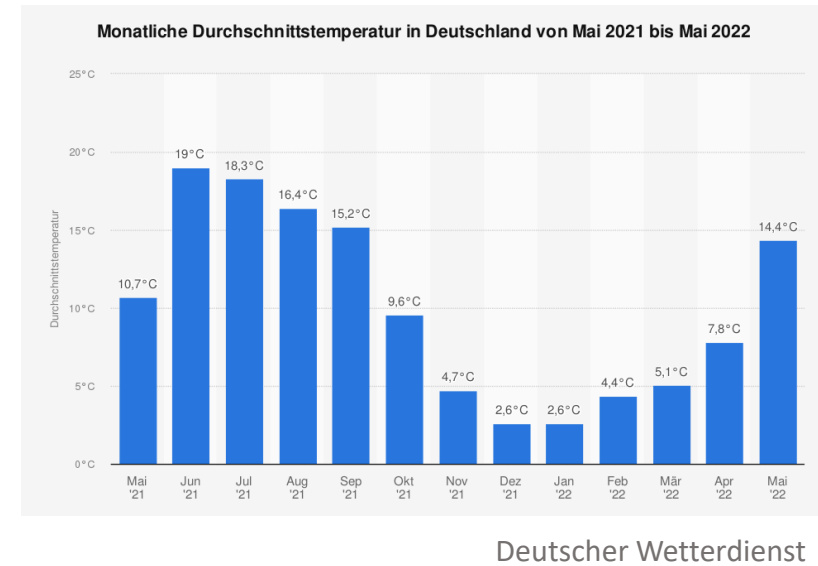
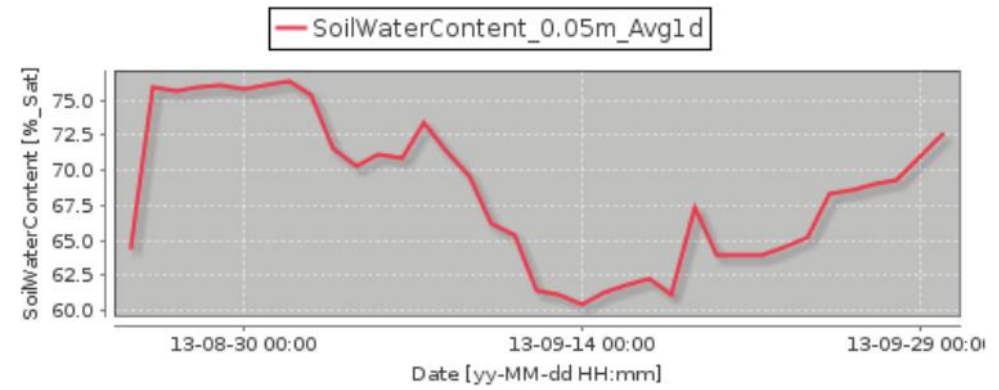


# Zeitreihen

- Sensormesswerte
  - z.B. Wetterstationen
- Statistiken
  - z.B. Heizwärmebedarf

⇒ zeitlich geordnete Folge von Werten (1D)

⇒ Auflösung durch Meßintervalle gegeben

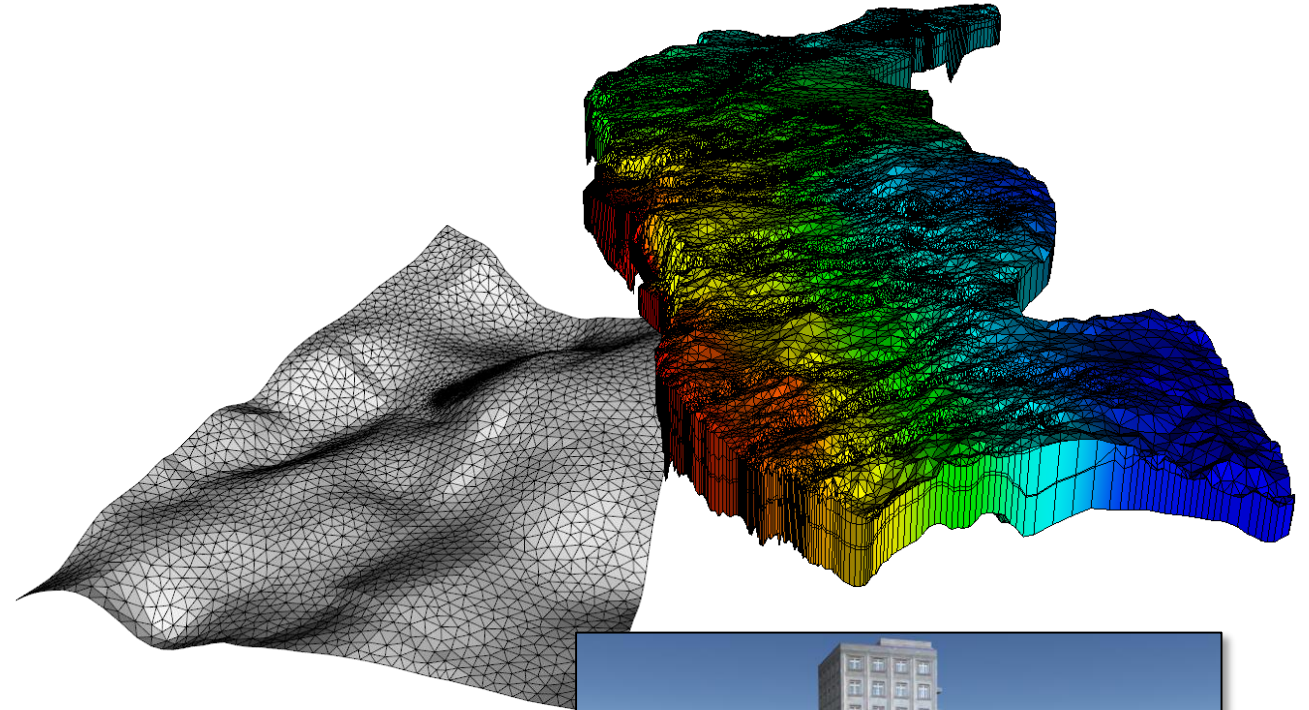


# Gitter

- Numerische Modelle oder Simulationsergebnisse
  - z.B für Grundwasserfluss
- 3D Flächen
  - z.B. Stratigrafische Schichtgrenzen
- 3D Objekte
  - z.B. Gebäudemodelle

⇒ Bestehen aus Punkten und Zellen  
(Dreiecke, Tetraeder, Prismen, etc.)

⇒ Punkten und Zellen können Skalare zugeordnet sein

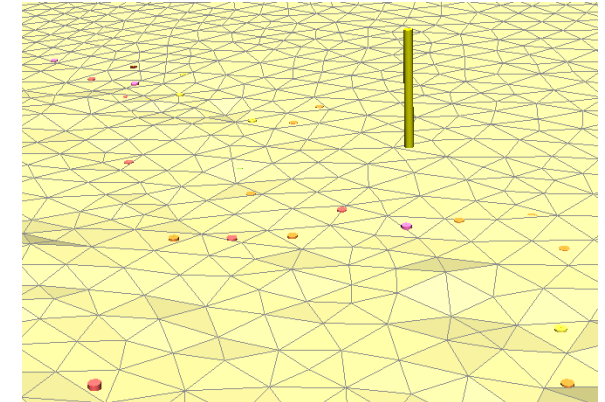


Google Earth

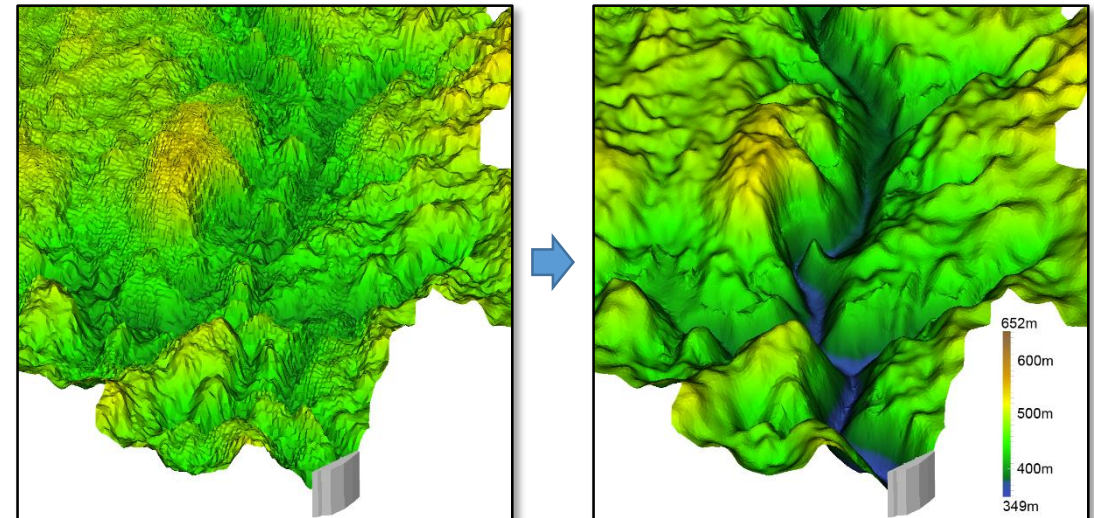
# Häufige Probleme bei der Datenintegration

- Unterschiedliche Koordinatensysteme
- Fehler in den Daten
- Auflösung der Daten
- Stark unterschiedliche Ausdehnungen
- Inkonsistenzen zwischen Datensätzen

Beispiele für fehlerhafte Daten



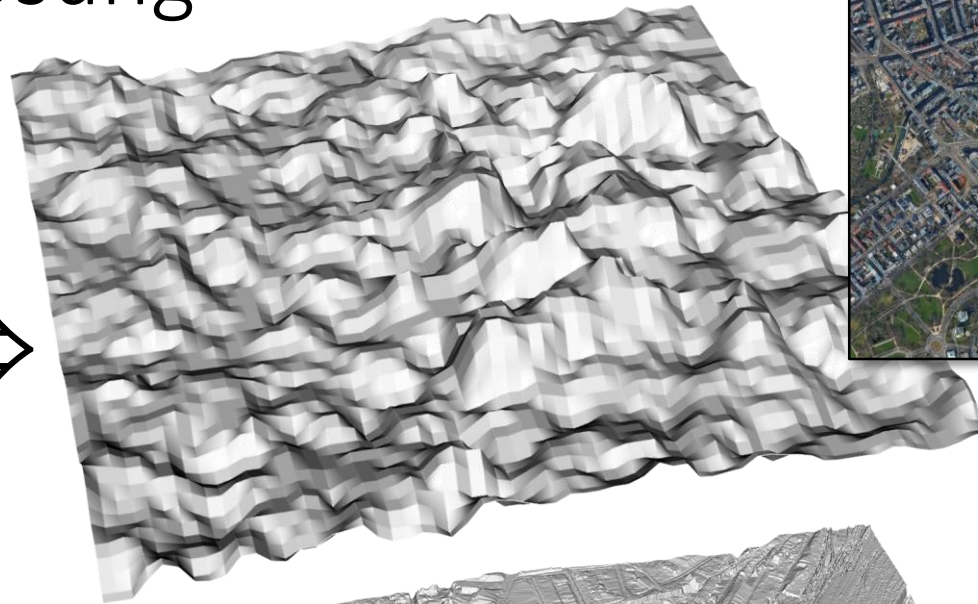
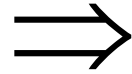
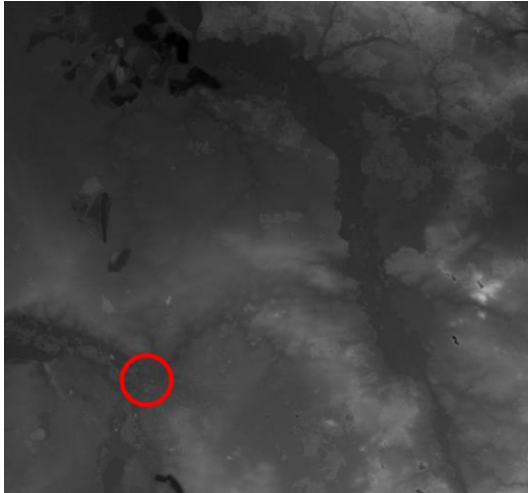
Falsche z-Koordinate für Bohransatzpunkt



Reflektionen der Wasseroberfläche verursachen falsche Höhenapproximation

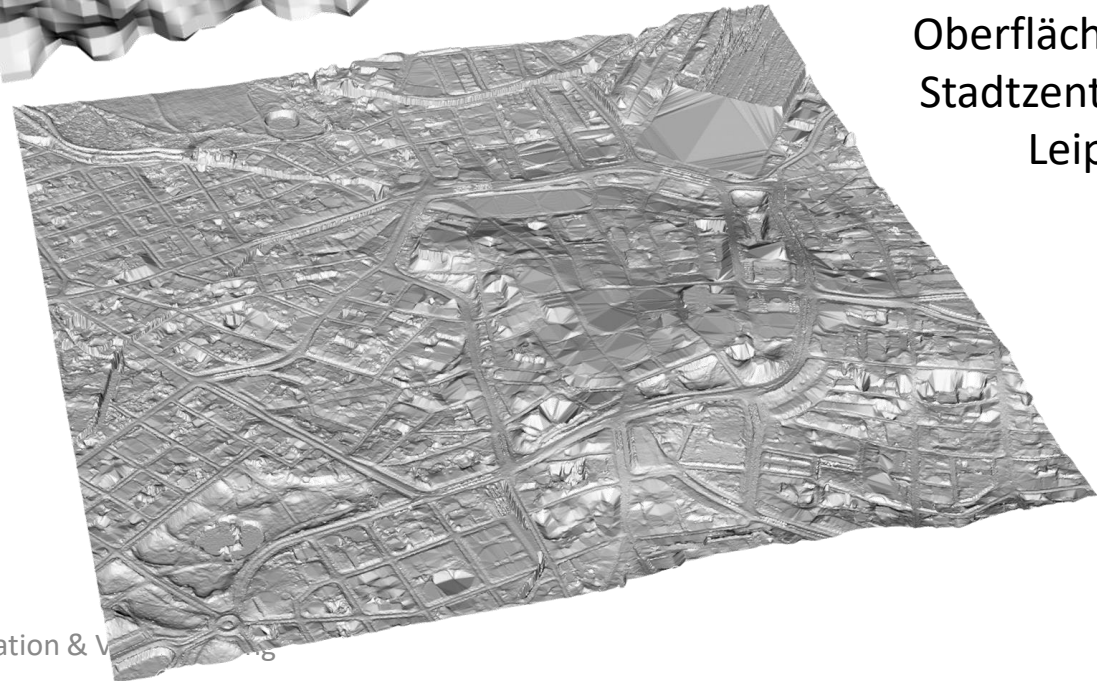
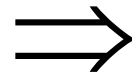
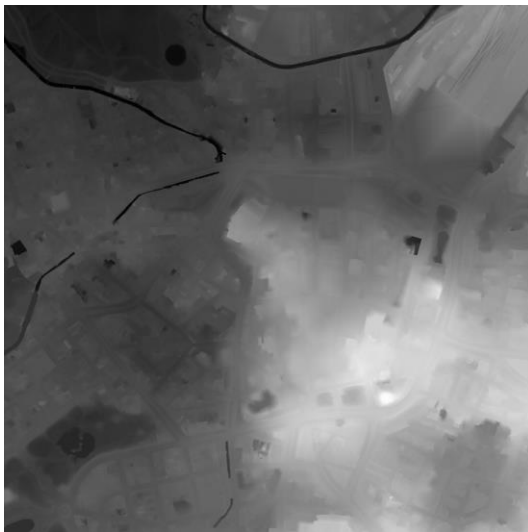
# Häufige Probleme: Auflösung

NASA SRTM  
(90 m Auflösung)

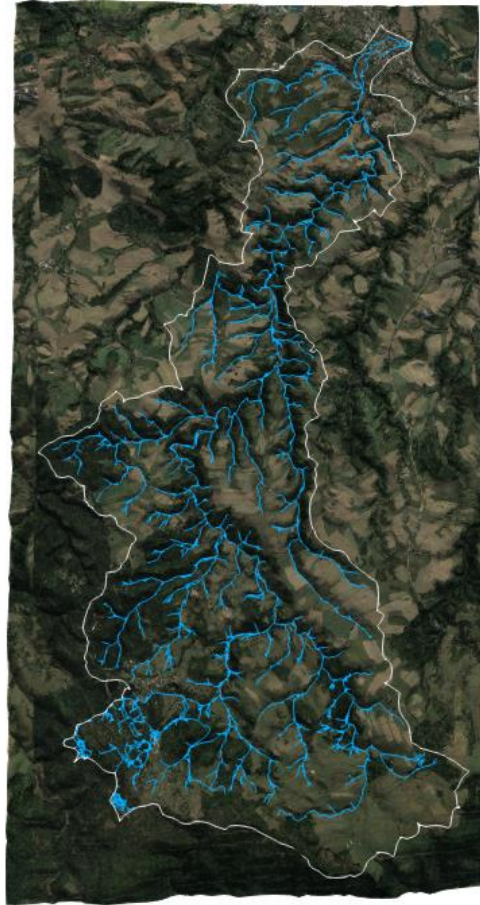


Erstellung einer  
Oberfläche für das  
Stadtzentrum von  
Leipzig

DGM1 Sachsen  
(1m Auflösung)



# Häufige Probleme: Auflösung



Erstellung einer Oberfläche für das Einzugsgebiet der Müglitz.

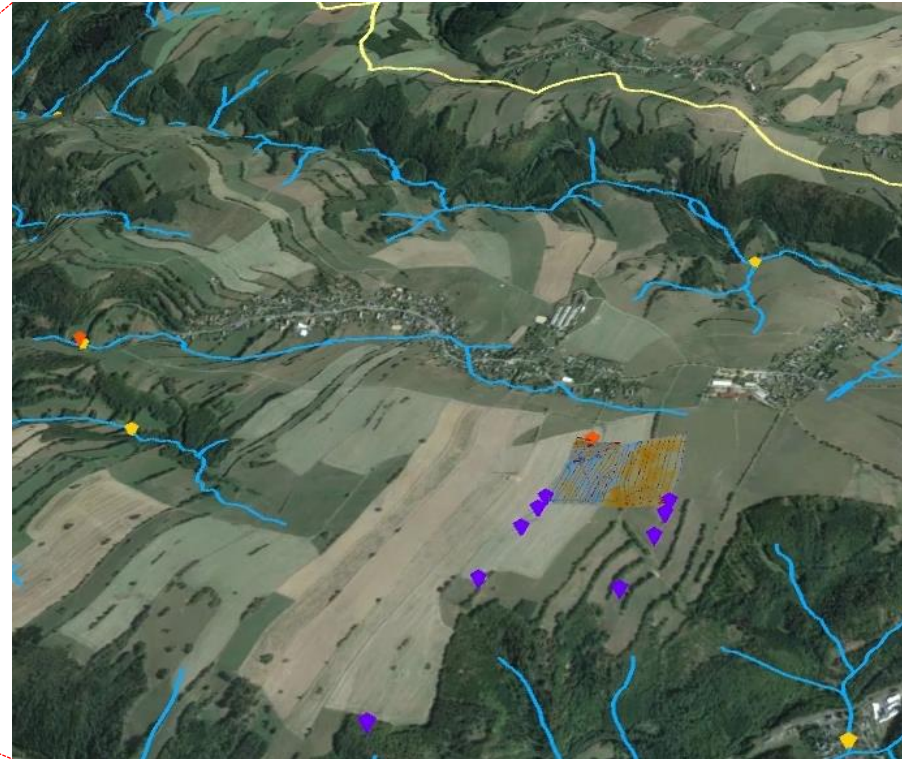
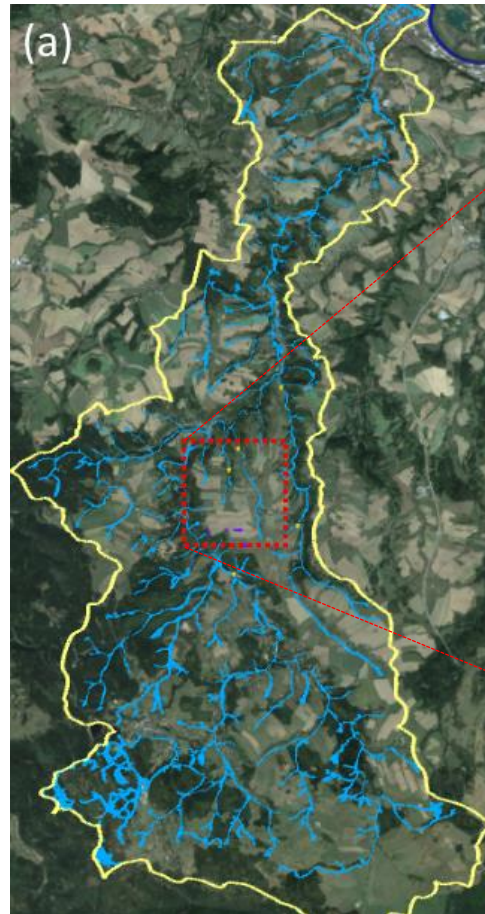
Sehen Sie die Grenze zwischen Deutschland und Tschechien?

Für Sachsen frei verfügbare Daten

Für Tschechien frei verfügbare Daten

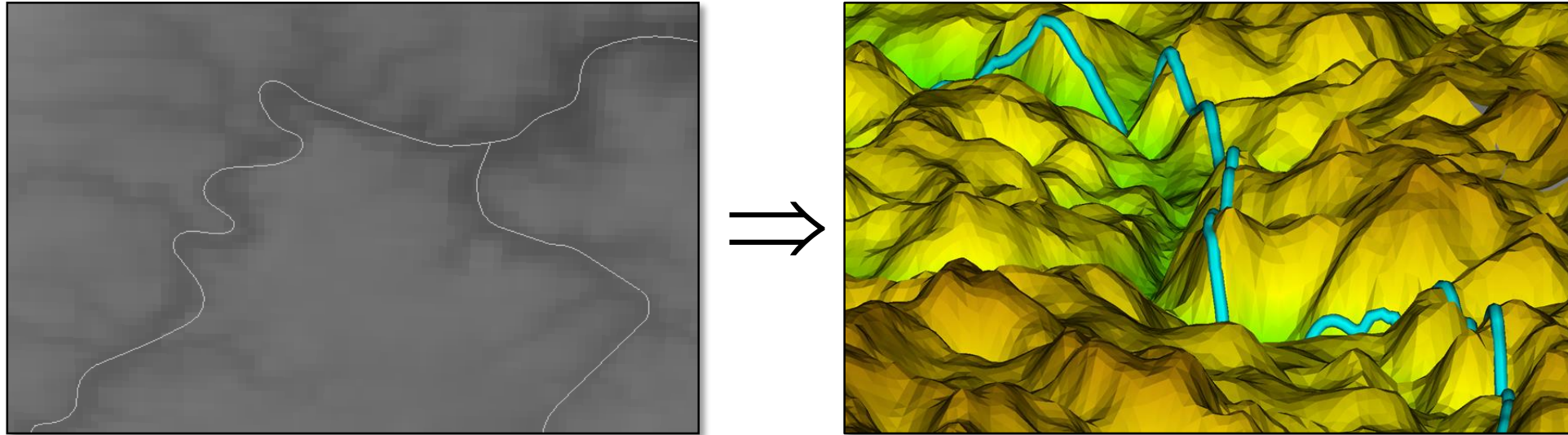


# Häufige Probleme: Unterschiedliche Ausdehnungen

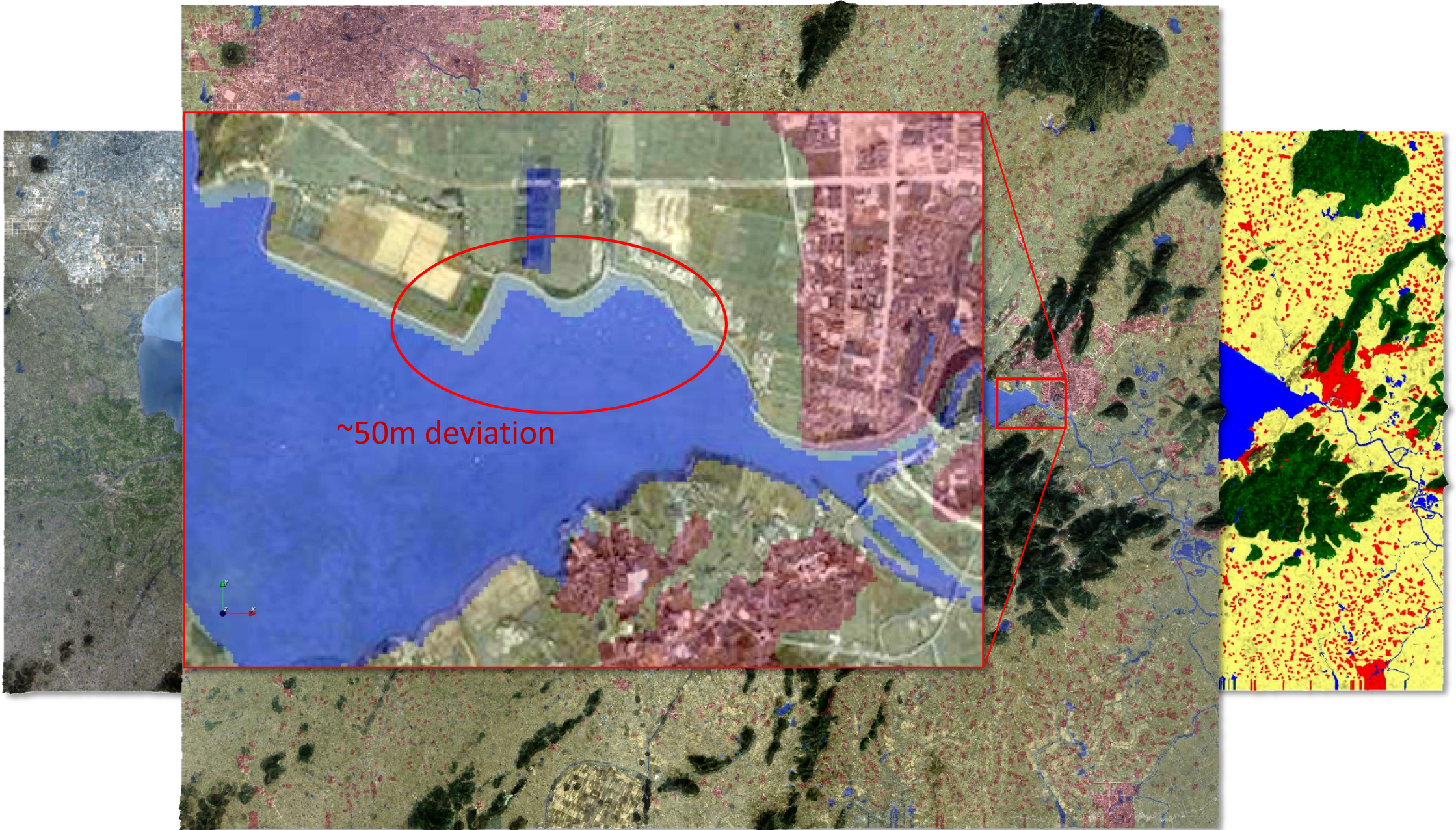


Intensivtestfeld innerhalb des betrachteten Gebiets ist so klein, dass es ohne zusätzliche Hinweise leicht übersehen wird.

# Häufige Probleme: Inkonsistenzen



Digitales Geländemodell und Flussnetzwerk in 2D und 3D.



# Datenvisualisierung

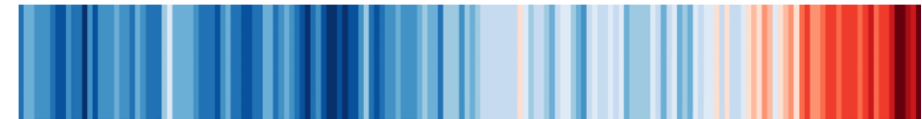
- abstrakte Daten und Zusammenhänge werden in eine grafische bzw. visuell erfassbare Form gebracht
- geeignete Repräsentation von Daten, um Inhalte und Erkenntnisse zu kommunizieren



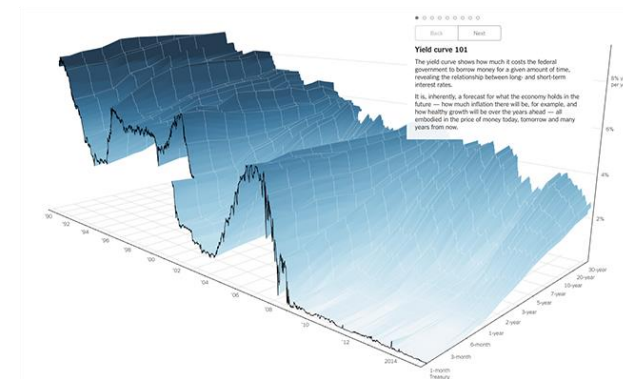
tagesschau.de



tagesschau.de

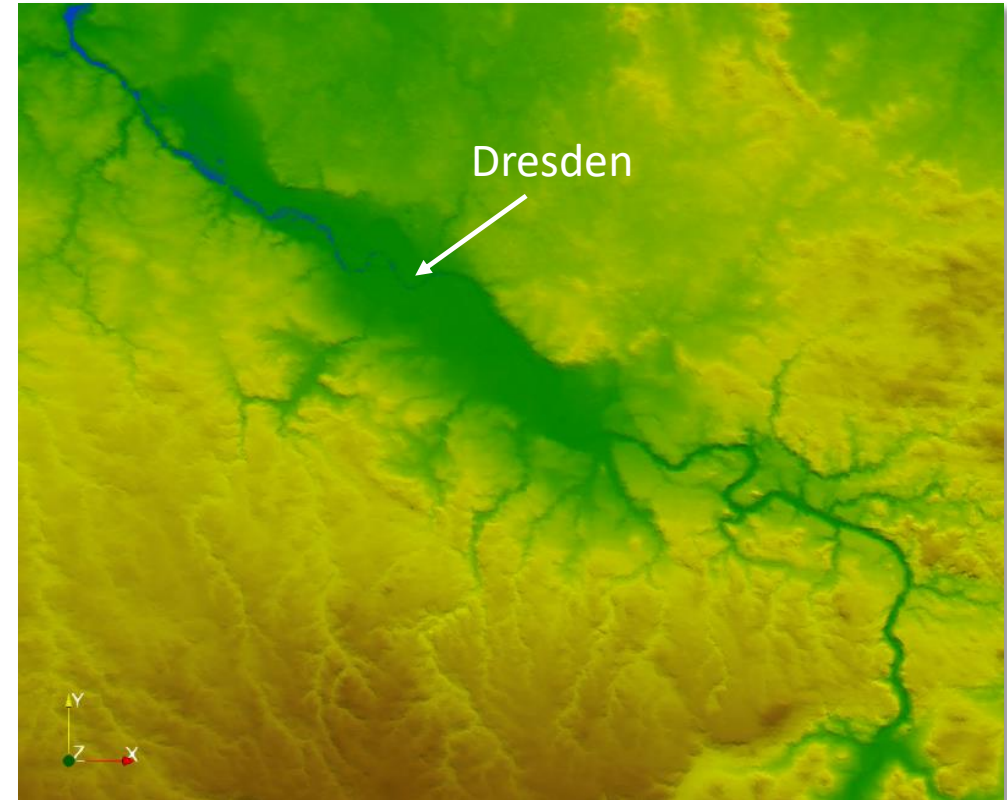
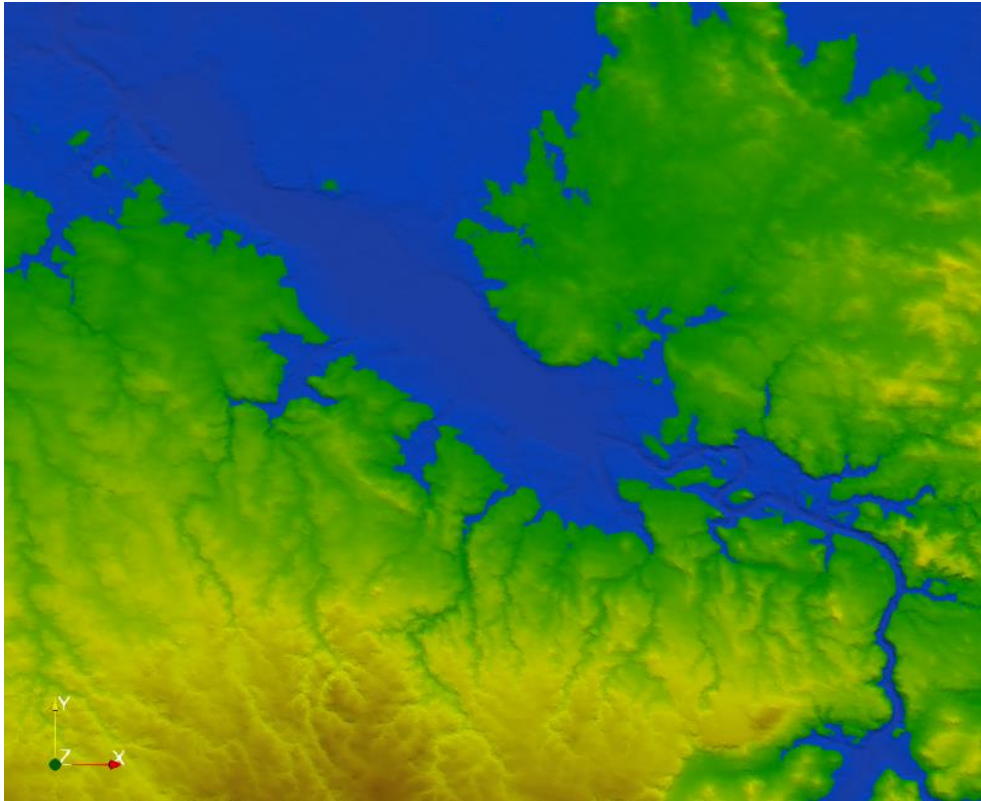


showyourstripes.info



nytimes.com

# Generell gilt: eine geeignete Farbwahl ist wichtig!



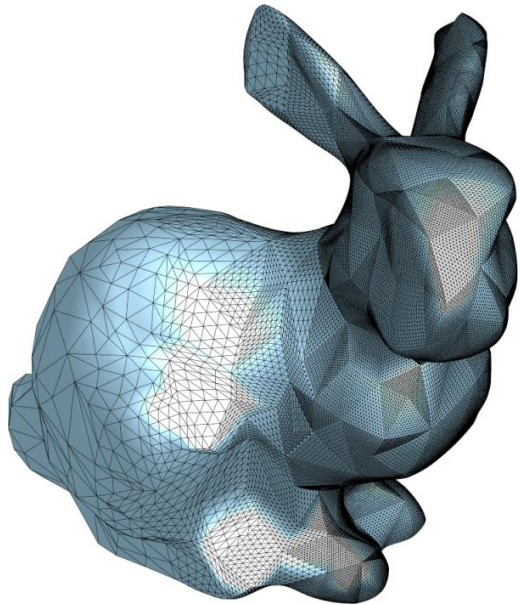
Durch ungünstig gewählte Farben können Betrachter Daten falsch interpretieren (z.B. rot = Signalfarbe), insbesondere wenn etablierte/typische Farbgebungen existieren (z.B. blau = Wasser, bzw. blau = kalt, rot = heiß)

# Aspekte bei der 3D Visualisierung von Geodaten

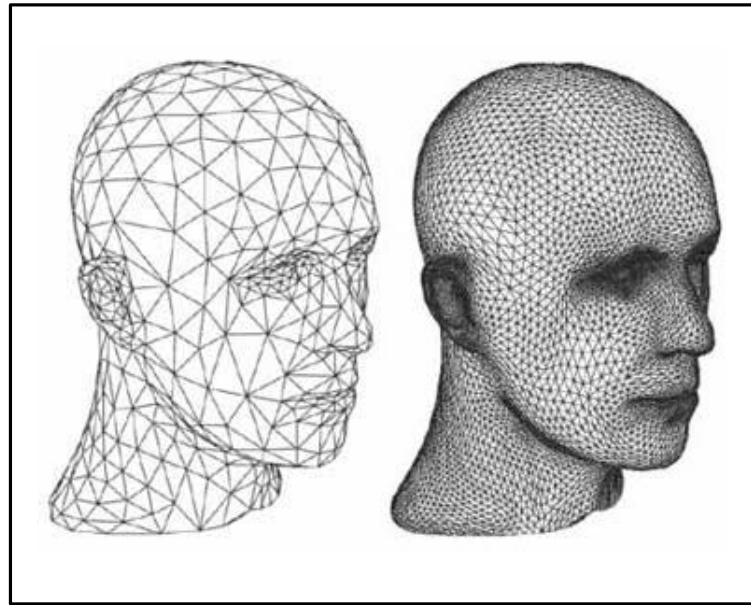
- Repräsentation von 2D Daten im 3D Raum
  - z.B. GIS-Daten (Vektor- oder Rasterdaten) in 3D
- Datenreduktion, wenn Originaldaten zu groß oder zu komplex sind
  - z.B. bei Simulationen mit vielen Parametern den interessantesten Aspekt auswählen
- Geeignete Darstellung, um die interessanten Aspekte in den Daten zu zeigen
  - z.B. Nutzung von Schnittflächen oder Isokonturlinien/-flächen
- Nutzung von visuellen Metaphern
  - z.B. Darstellung von Wind oder Grundwasserfluss mittels Pfeilen oder Stromlinien
- Nutzung von Glyphen
  - z.B. Symbole auf Wetterkarten (Sonne, Regen, Wolken, etc.)

# Ganz kleiner Exkurs: Computergrafik

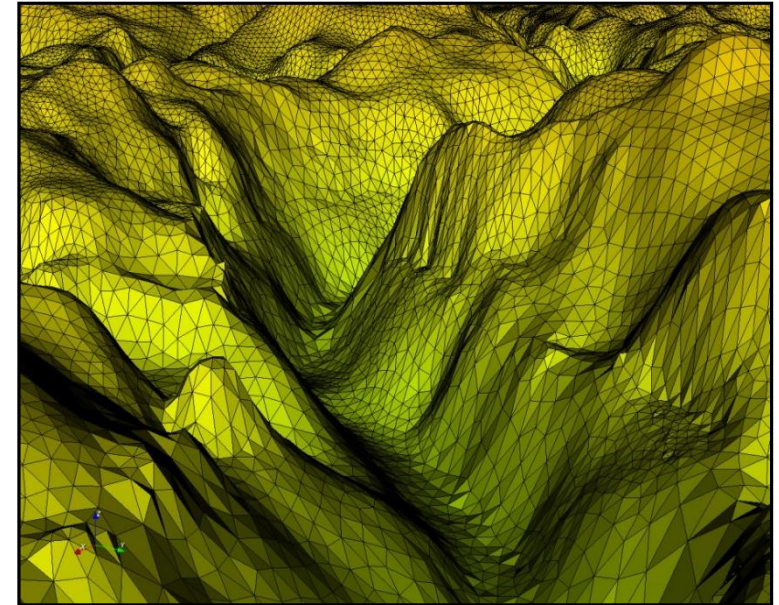
- Objekte in 3D werden stets aus wenigen Primitiven zusammengesetzt: Punkte, Linien, Dreiecke

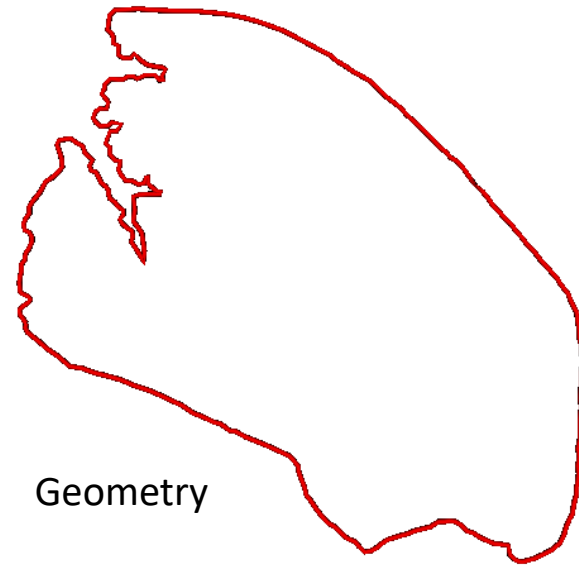


C. Dyken, M. Reimers and J. Seland

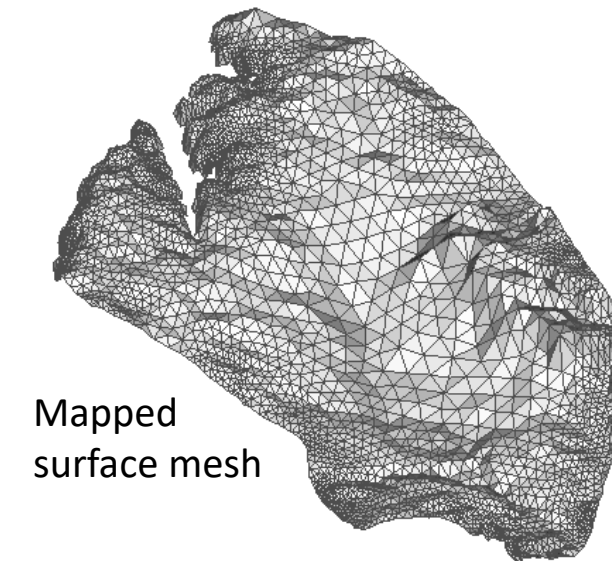
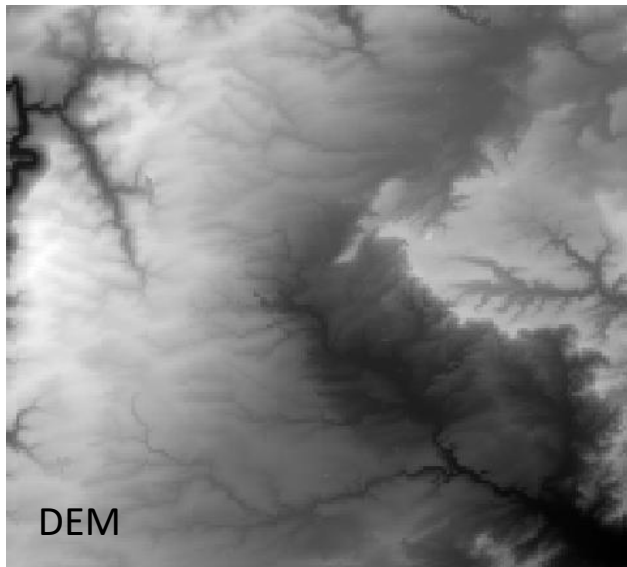
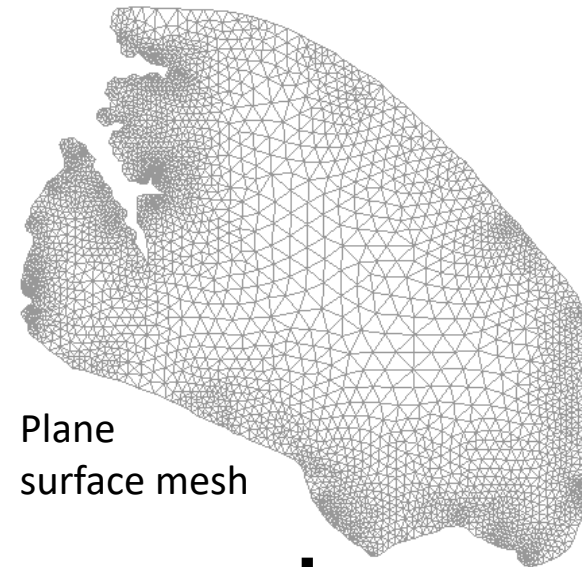


D. Rákos





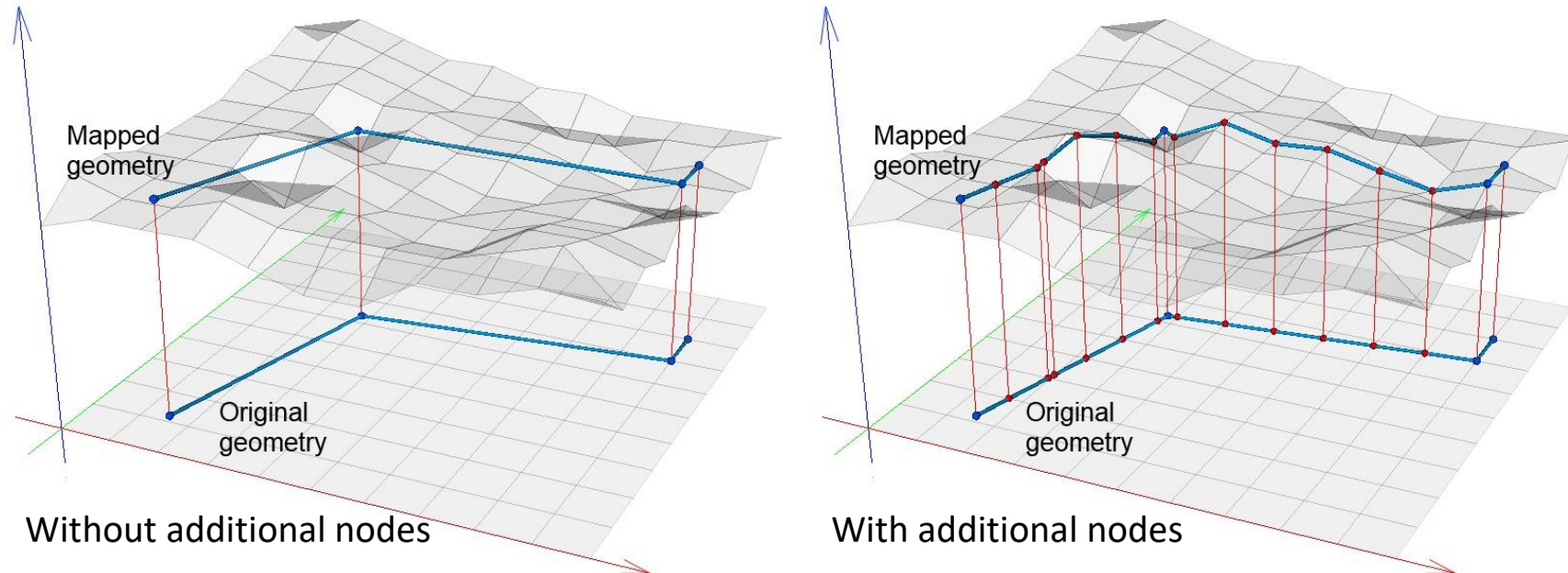
2D Daten  
im 3D Raum



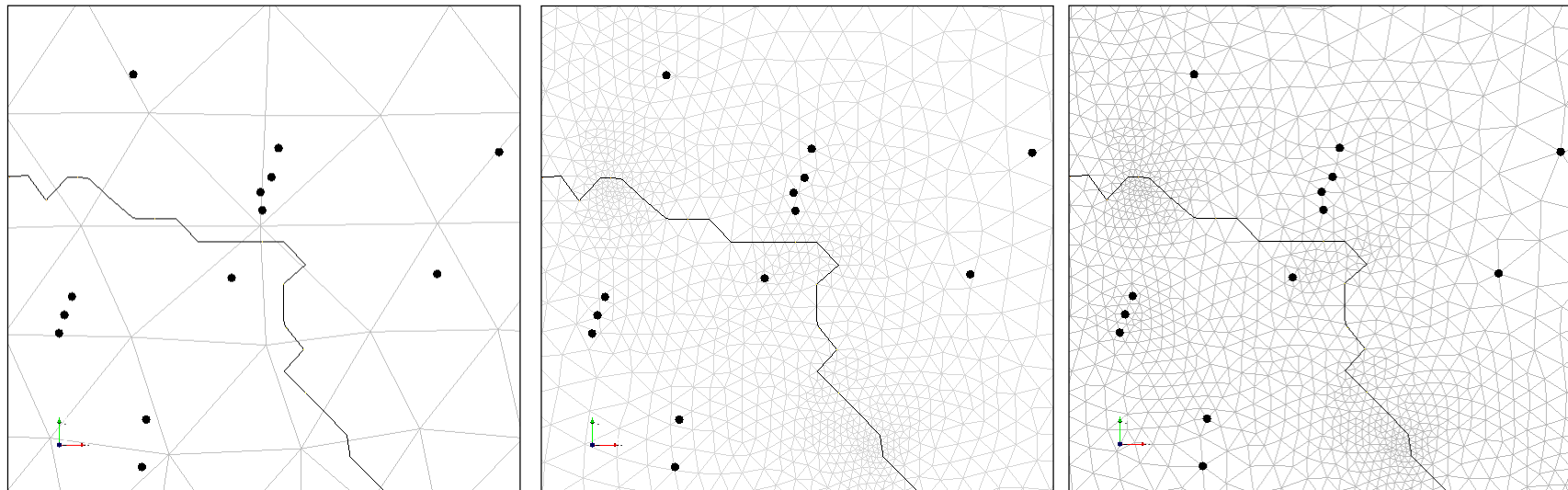
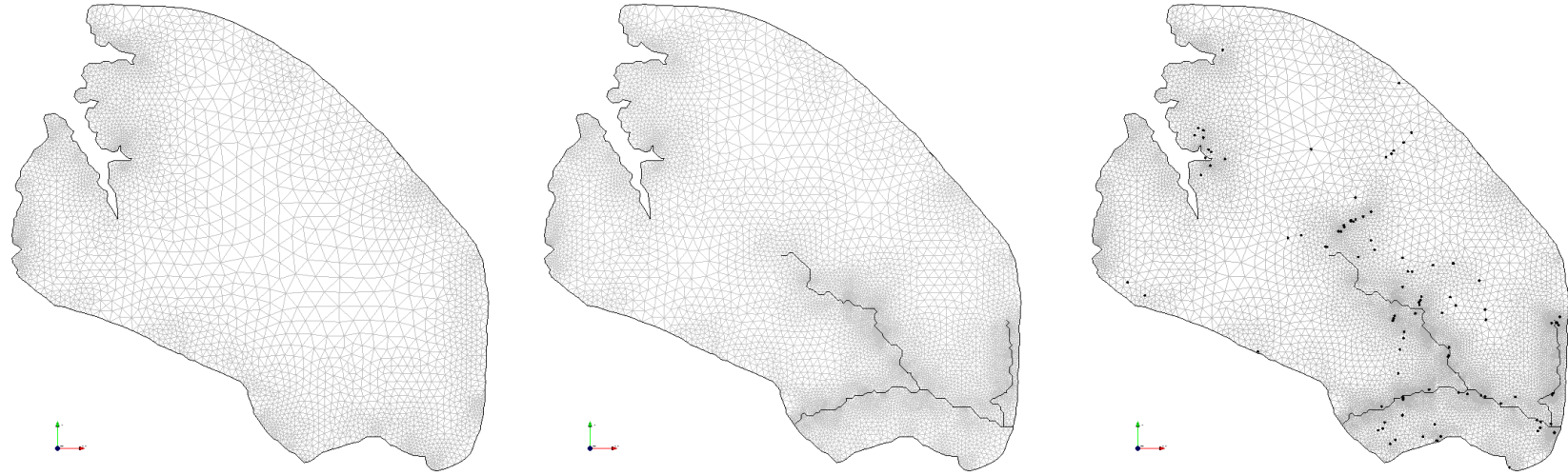


# Datenvisualisierung: 2D Daten im 3D Raum

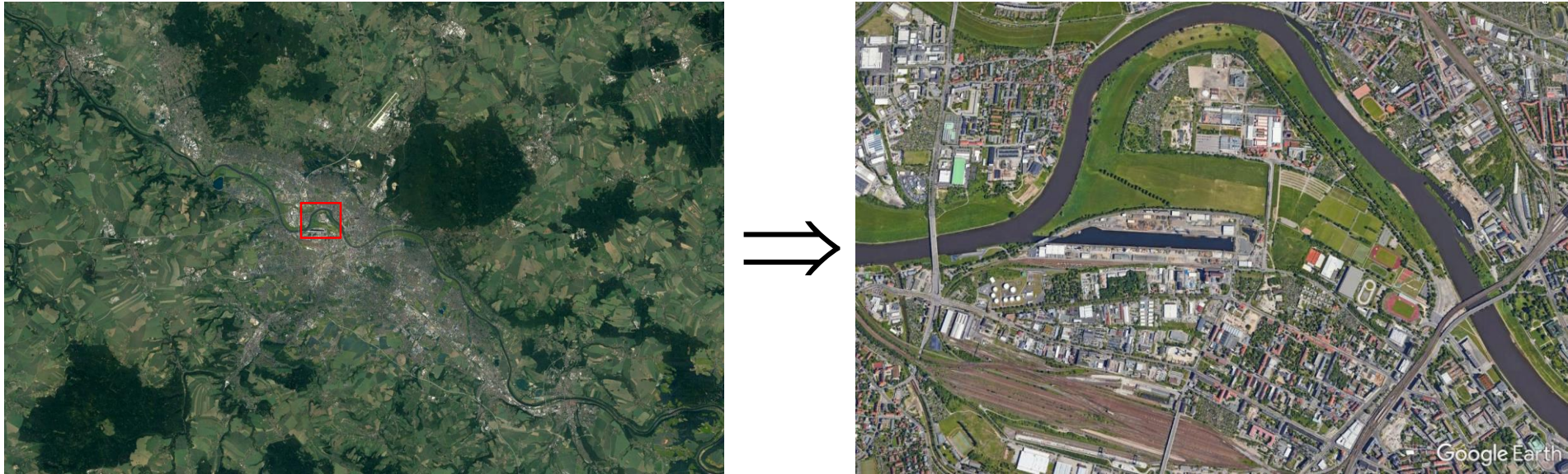
- Mapping von Geometrie auf 3D Oberfläche



# Berücksichtigung von Geometrien bei Gittererstellung

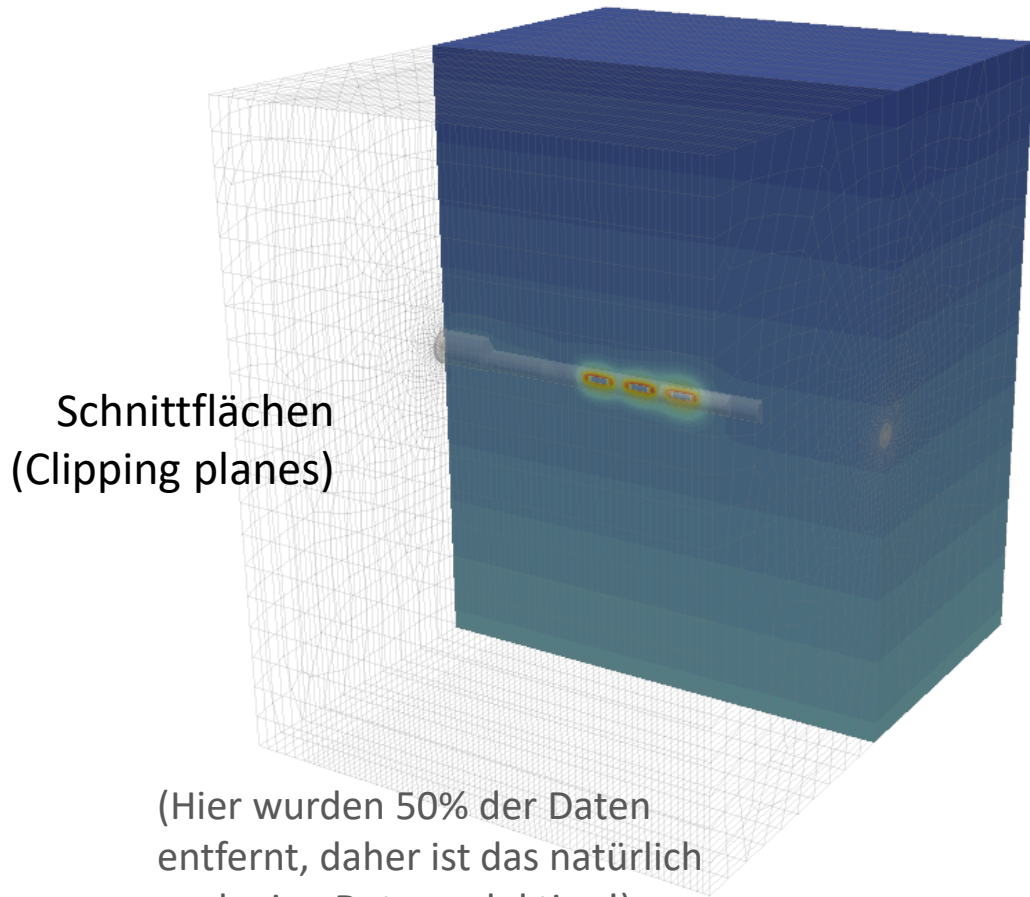


# Datenvisualisierung: Datenreduktion



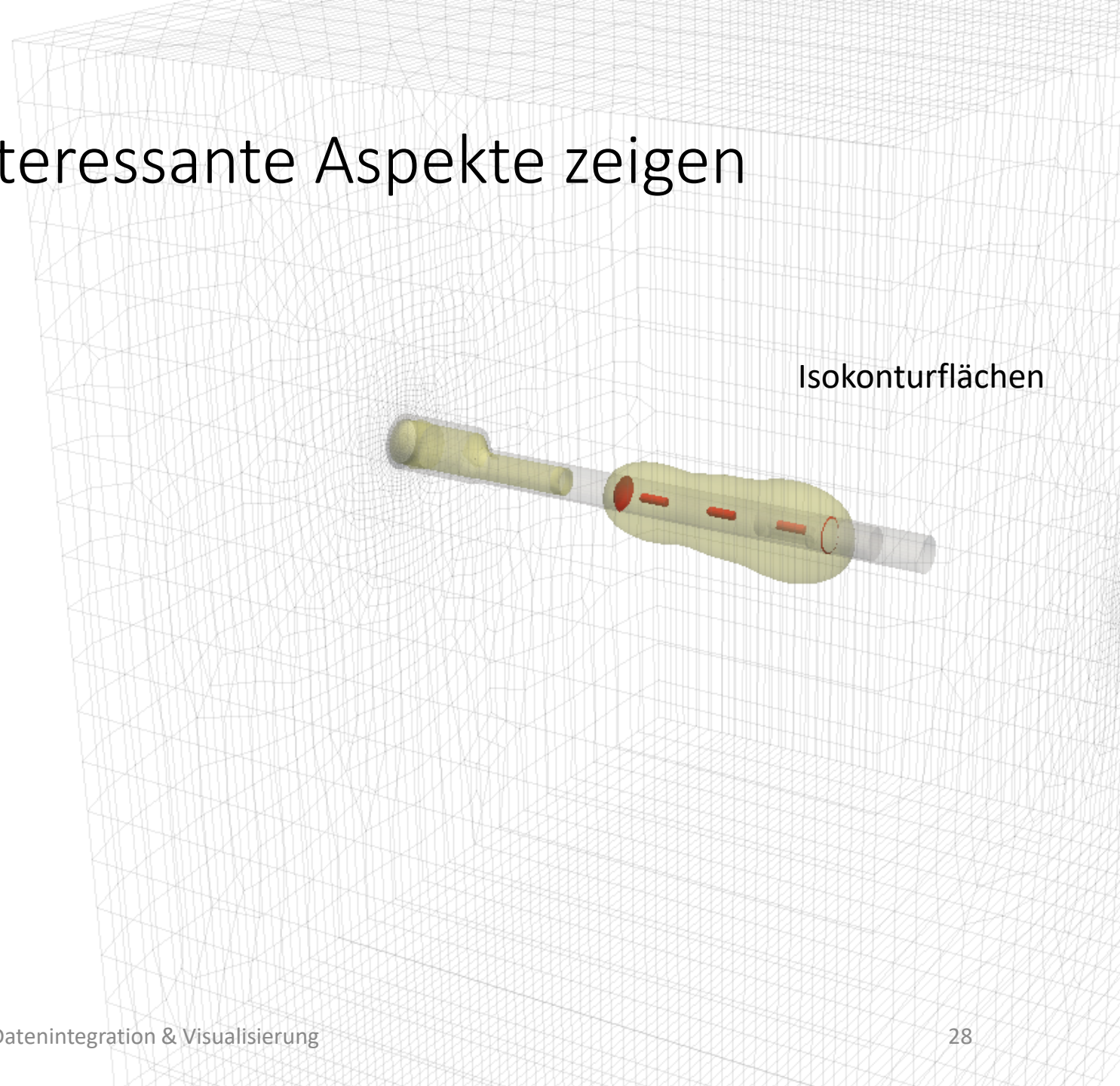
Level of Detail: Details oder hoch aufgelöste Daten werden erst geladen/eingebildet, wenn der Benutzer sich einen bestimmten Kartenabschnitt genauer anschaut

# Datenvisualisierung: Interessante Aspekte zeigen



Schnittflächen  
(Clipping planes)

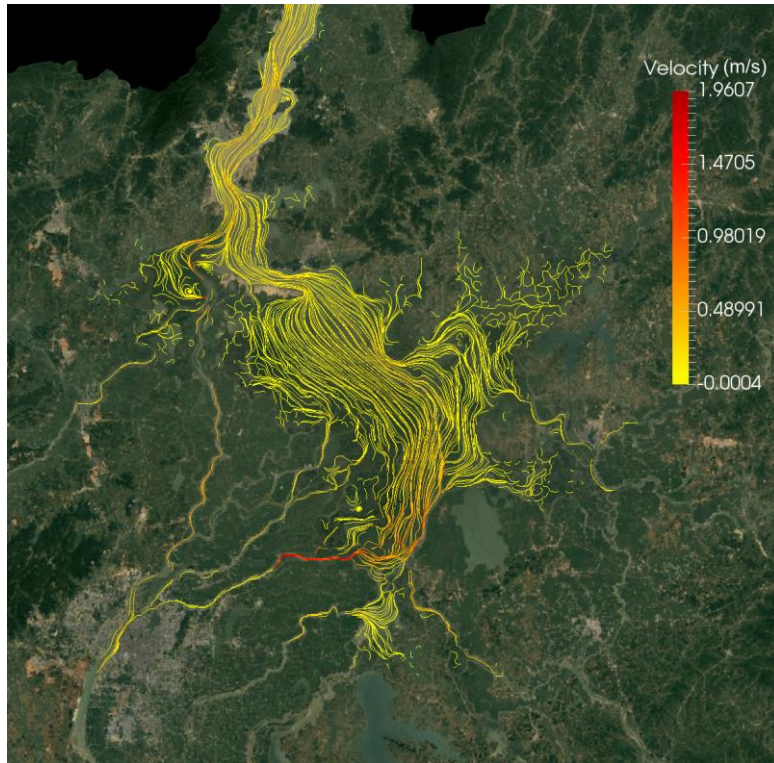
(Hier wurden 50% der Daten  
entfernt, daher ist das natürlich  
auch eine Datenreduktion!)



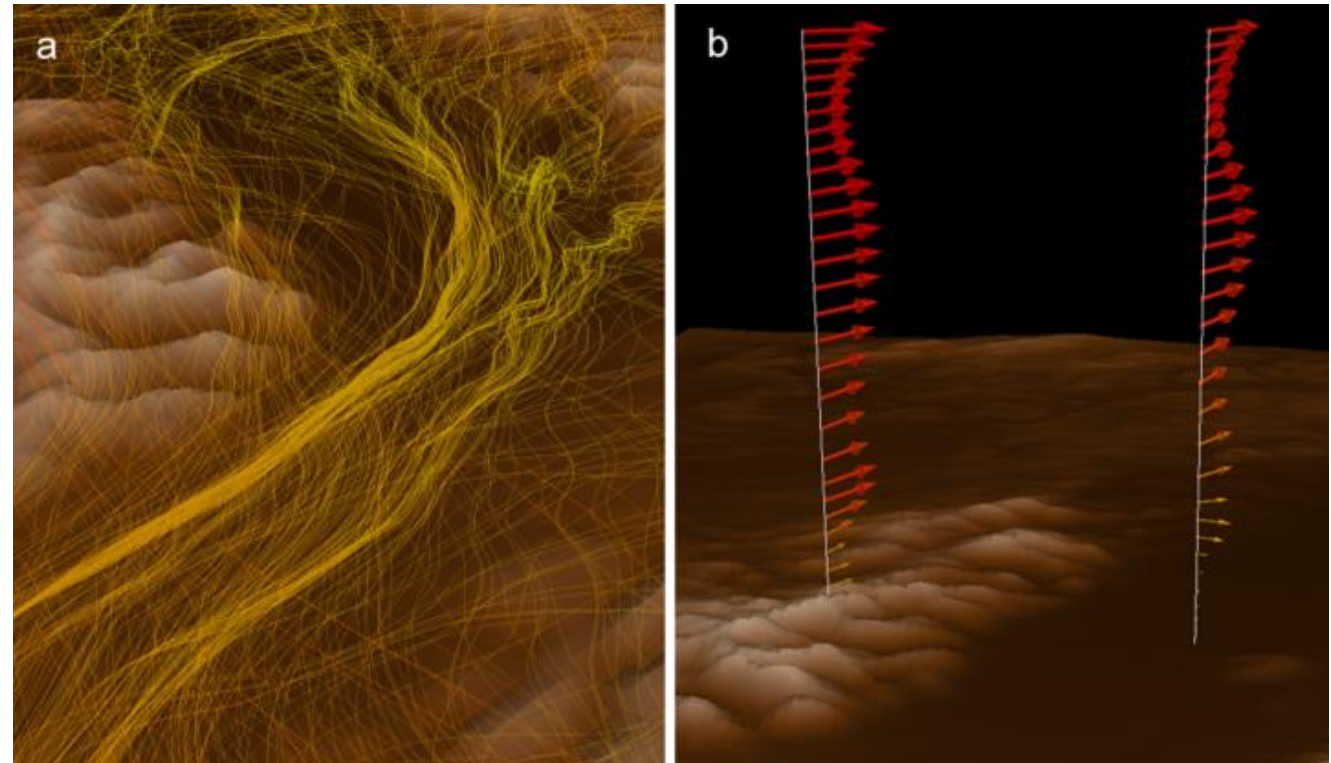
Isokonturflächen

# Datenvisualisierung: Metaphern

Bildliche Analogie, die Assoziationen weckt (z.B. Pfeile, um Wind zu repräsentieren oder blau=kalt/rot=heiß)



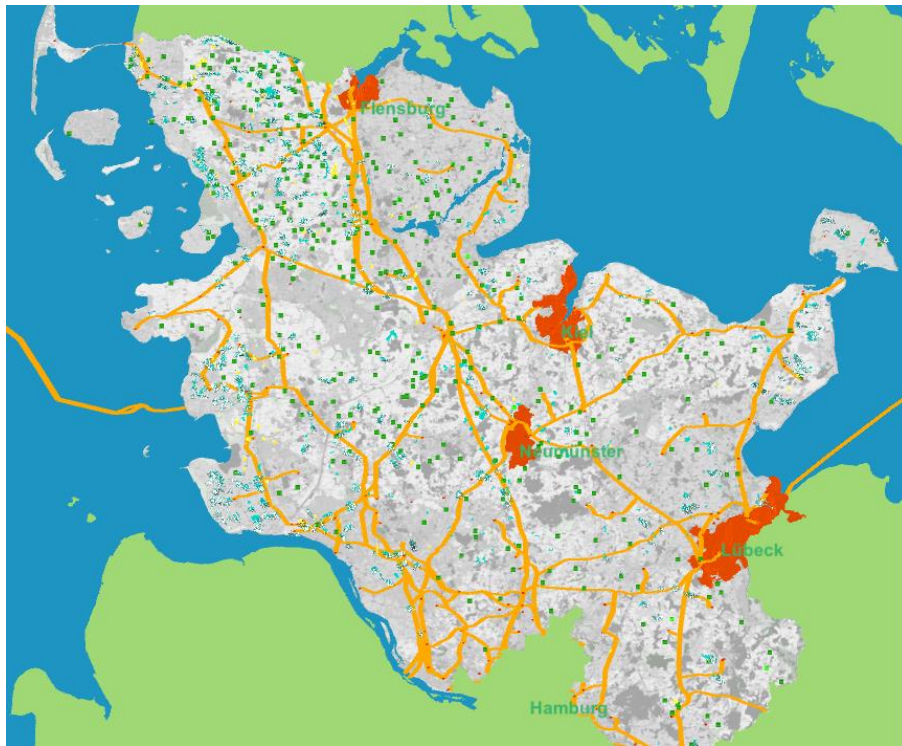
Darstellung von Fließrichtung  
mittels Stromlinien



Darstellung von Wind mittels Stromlinien und Pfeilen

# Datenvisualisierung: Glyphen

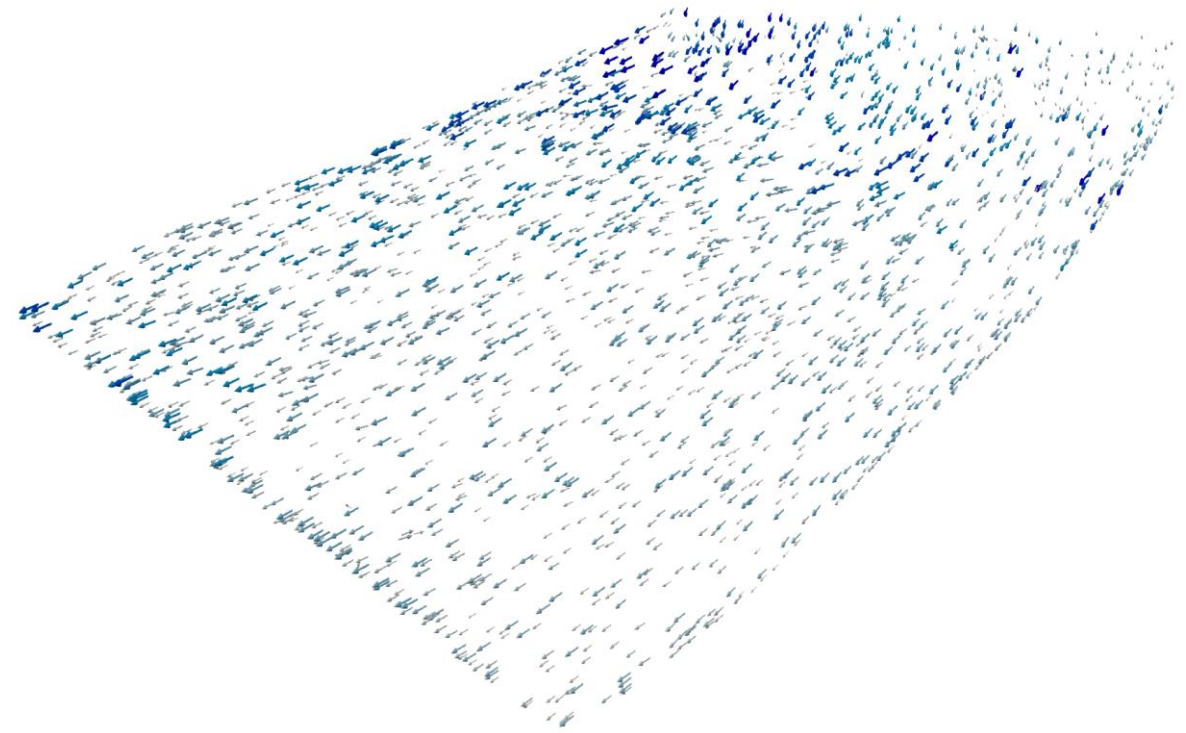
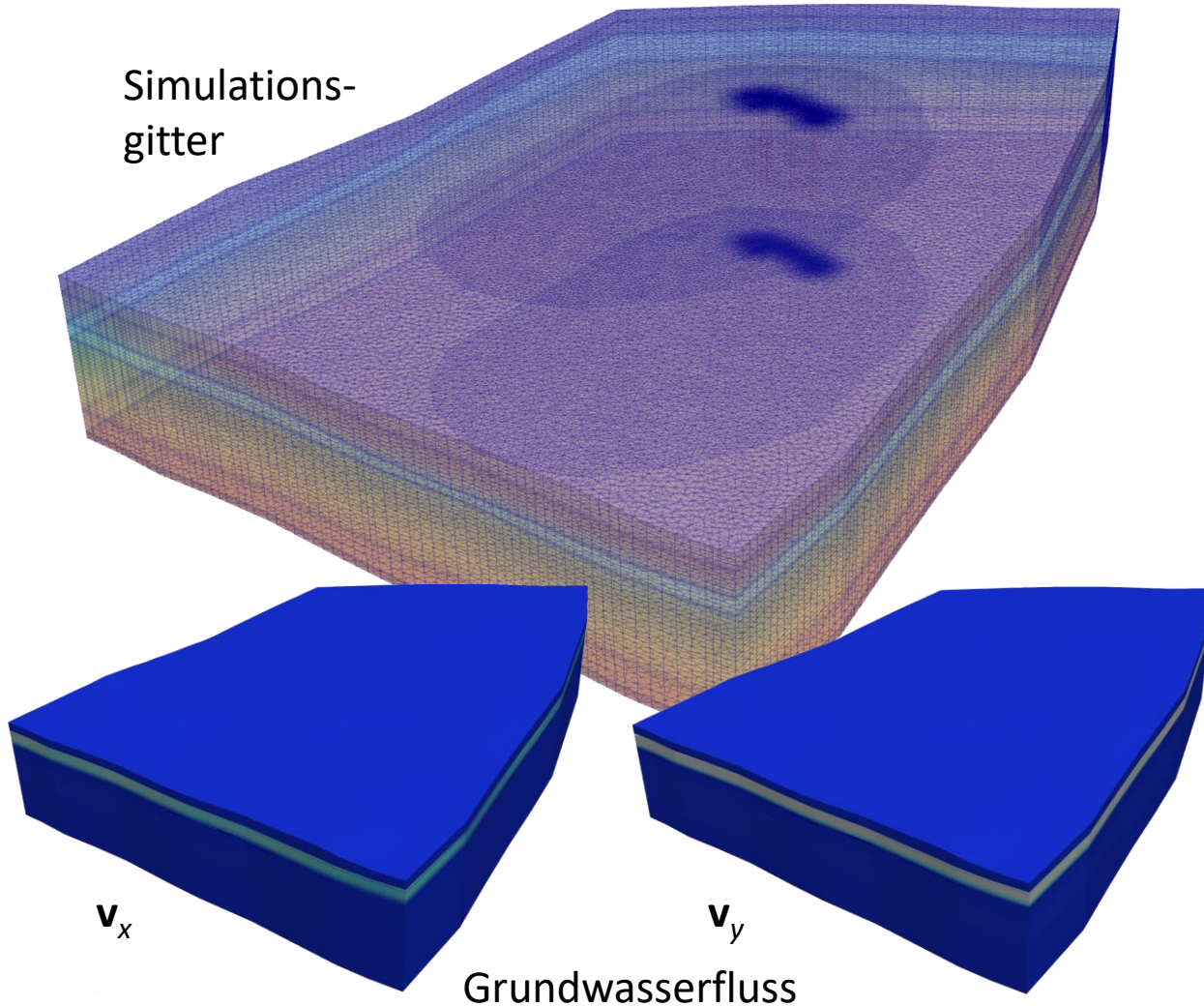
Darstellung diskreter Daten als Objekte mit (mehreren) visuellen Eigenschaften.



Darstellung von Energiesystemen (Windturbinen, Solarparks, Biogaskraftwerke) mittels 3D Modellen.  
(Parameter: Höhe der Windturbinen korreliert mit tatsächlicher Höhe, die Farbe korreliert mit der Leistung)

# Datenvisualisierung: Verknüpfung von Techniken

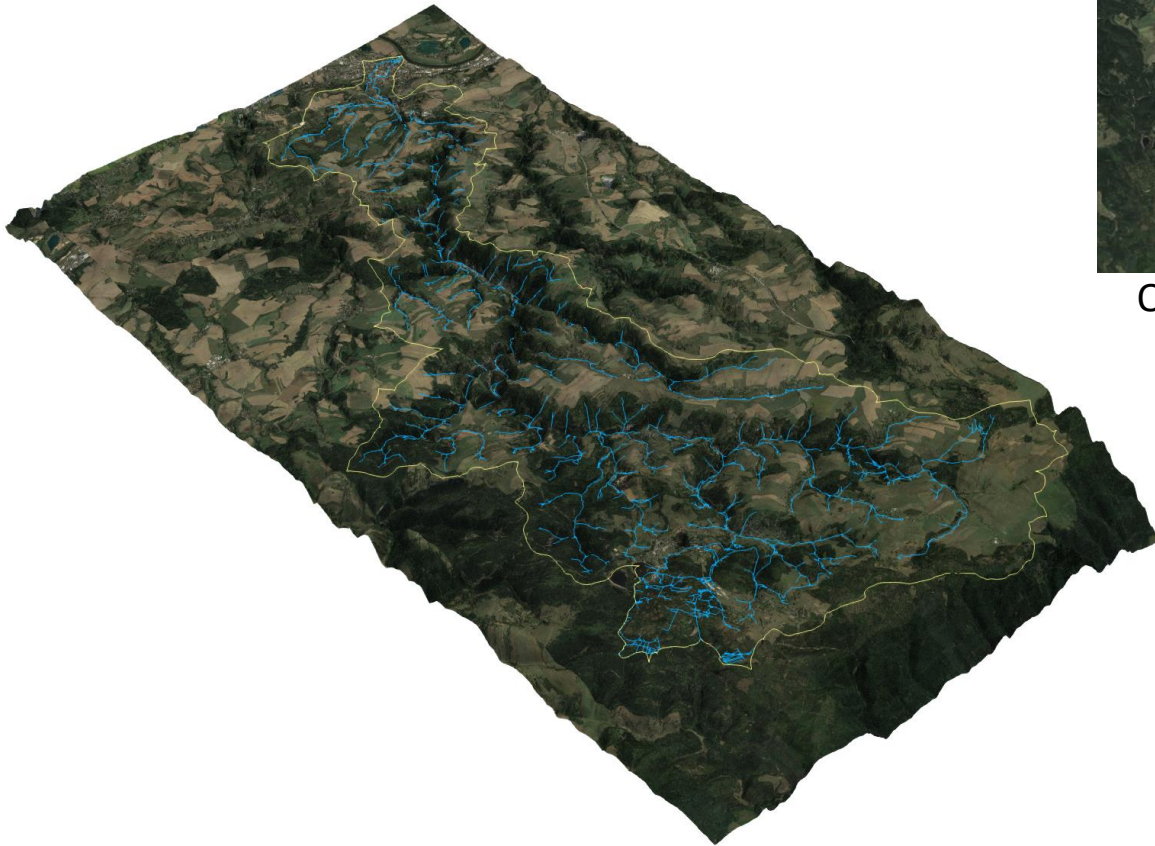
Simulations-  
gitter



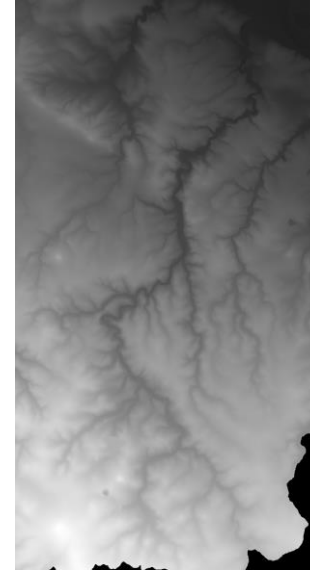
## Vektordarstellung des Grundwasserflusses

- Datenreduktion: nicht für alle Punkte auf dem Gitter
- Metaphern: Darstellung des Flusses durch Pfeile
- Pfeile als Glyphen  
(Flussrichtung = Pfeilrichtung, Geschwindigkeit = Farbe)

# Komposition von Datensätzen



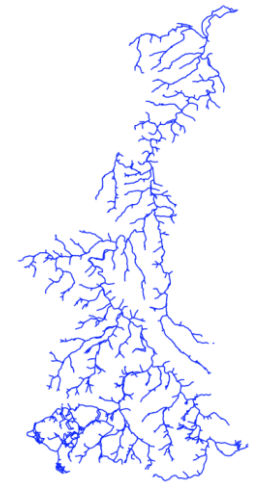
Orthophoto



Digital Terrain Model



Catchment boundary



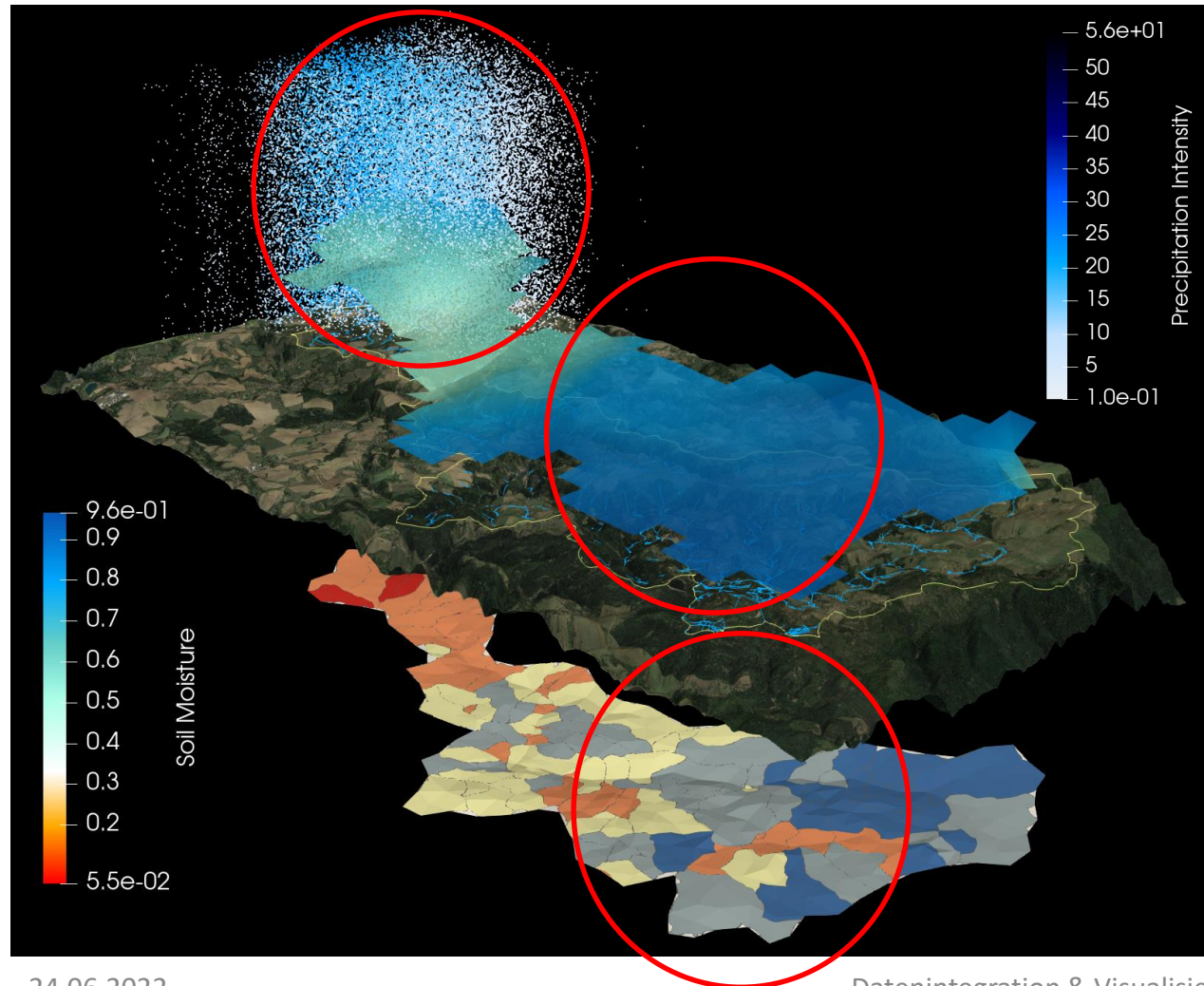
Streams

## Datenquellen:

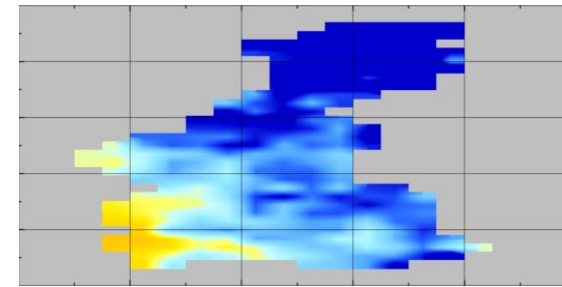
- Orthophoto: Google / TerraMetrics
- DEM: Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen
- Einzugsgebietsgrenzen/Fliessgewässer: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie



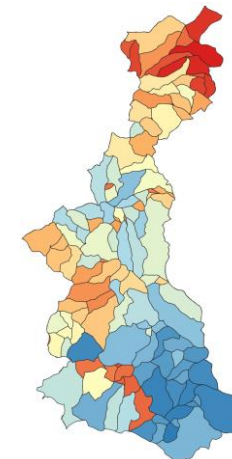
# Hinzufügen hydrologischer Daten



Niederschlagsdaten (DWD)



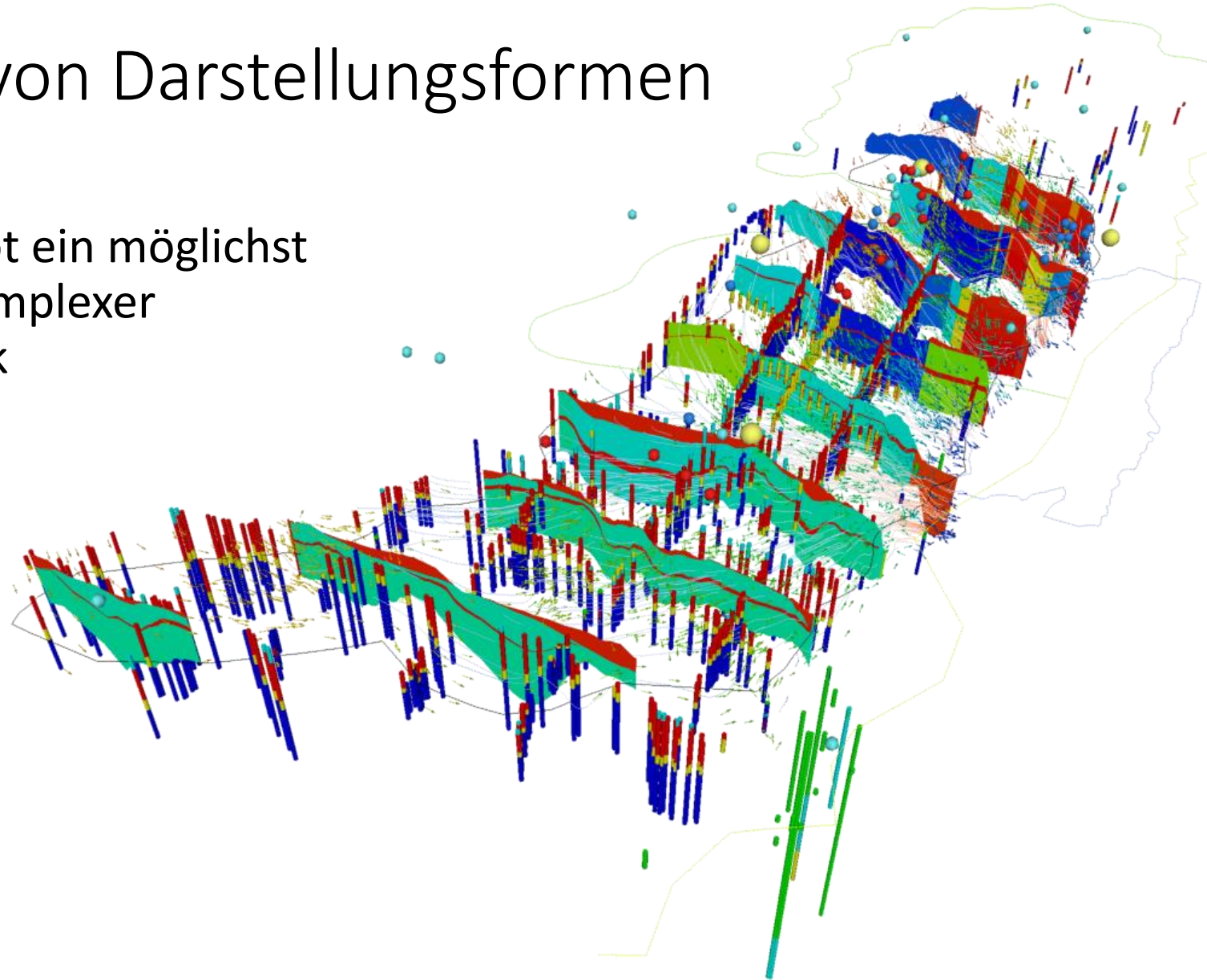
Bodenfeuchte Simulation (UFZ-CHS)



Grundwasserneubildung (SMUL)

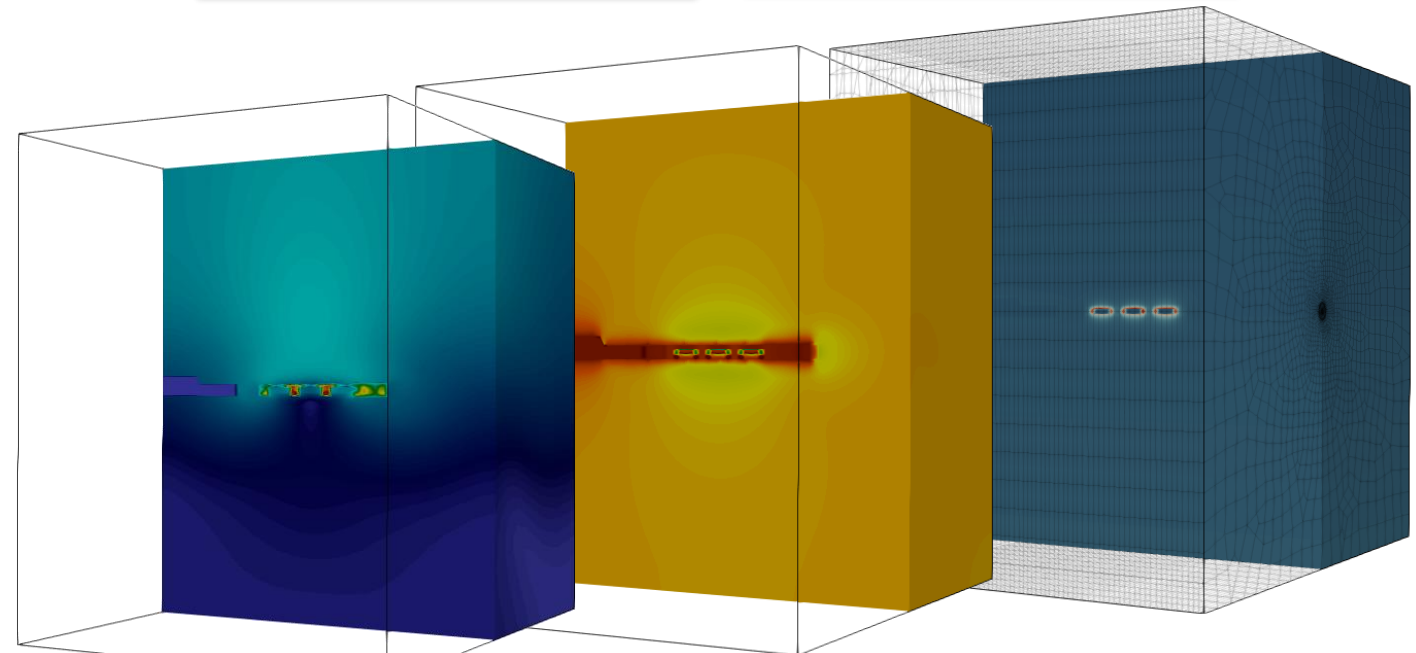
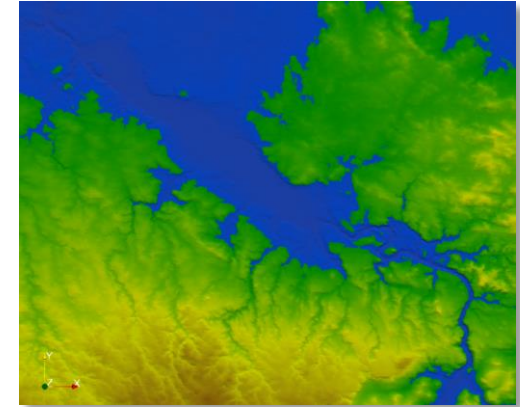
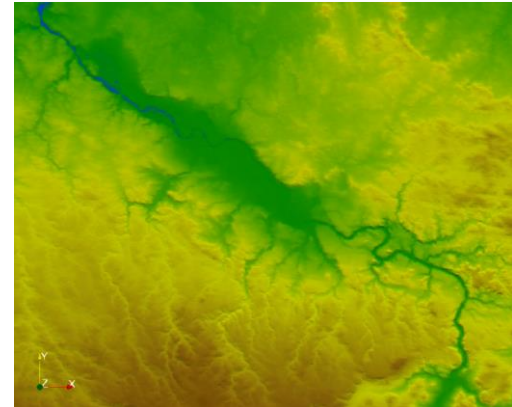
# Kombination von Darstellungsformen

Visualisierung erlaubt ein möglichst vollständiges Bild komplexer Daten auf einen Blick



# Herausforderungen in der Visualisierung

- Geeignete Farbentabellen oder Transferfunktionen
- Geeignete Parametrisierung, z.B. für Schnittflächen, Konturen, etc.
- Darstellung multivariater Daten
- Darstellung von Unsicherheiten



# Und jetzt noch eine Präsentation...

Siehe auch:

<https://www.ufz.de/vislabs>

<https://www.youtube.com/OpenGeoSys>

